



**Universidad César Vallejo**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Influencia de la adición de cal viva y plastificante Sikacem en la  
durabilidad del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Comas-Lima, 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Olivera Cahuana, Oscar Joel ([orcid.org/0000-0001-6759-6337](https://orcid.org/0000-0001-6759-6337))

Salinas Morales, Cristian Antogenes ([orcid.org/0000-0002-1339-4761](https://orcid.org/0000-0002-1339-4761))

**ASESORA:**

Dra. Arriola Moscoso, Cecilia ([orcid.org/0000-0003-2497-294X](https://orcid.org/0000-0003-2497-294X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA — PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de tesis a mi amada familia, cuyo apoyo inquebrantable ha sido la fuerza que me impulsó a alcanzar este logro. A mis padres, quienes me inculcaron valores de perseverancia y dedicación desde el principio, y a mis hermanos, quienes han sido mis compañeros de viaje y fuente constante de inspiración.

Olivera Cahuana, Oscar Joel

Dedico el presente trabajo a mis padres y mi familia, quienes estuvieron desde mi infancia y que me brindaron su apoyo ante las adversidades, así mismo lo dedico también a aquella persona especial en mi vida, con quien tenemos momentos y recuerdos.

Salinas Morales, Cristian Antogenes

## **Agradecimiento**

Agradezco de todo corazón a mis padres, quienes siempre han sido mi fuente de inspiración y apoyo incondicional a lo largo de este arduo camino académico. Su amor, paciencia y sacrificio han sido fundamentales para mi éxito. Además, quiero reconocer a mis abuelos por su cariño y sabios consejos. Este logro no habría sido posible sin su amor y guía constante. A todos ustedes, les dedico este logro con gratitud infinita.

Olivera Cahuana, Oscar Joel

Quiero extender mis más sinceros agradecimientos a mis padres, cuyo apoyo inquebrantable y amor incondicional me han brindado las bases para alcanzar esta meta académica. También, agradezco a mis hermanos por su aliento constante y a mis abuelos por su sabiduría y afecto. Además, quiero expresar mi profunda gratitud a mis profesores y tutores, cuyos conocimientos y orientación han sido fundamentales en mi formación. A todos ustedes, les dedico este logro con cariño y reconocimiento.

Salinas Morales, Cristian Antogenes

## Declaratoria de autenticidad del asesor



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ARRIOLA MOSCOSO CECILIA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la adición de cal viva y plastificante Sikacem en la durabilidad del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Comas-Lima, 2023", cuyos autores son OLIVERA CAHUANA OSCAR JOEL, SALINAS MORALES CRISTIAN ANTOGENES, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 30 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ARRIOLA MOSCOSO CECILIA DNI: 43851809 ORCID: 0000-0003-2497-294X	Firmado electrónicamente por: CARRIOLAM el 30- 11-2023 20:31:12

Código documento Trilce: TRI - 0675089



## Declaratoria de originalidad de los autores



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, OLIVERA CAHUANA OSCAR JOEL, SALINAS MORALES CRISTIAN ANTOGENES estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de la adición de cal viva y plastificante Sikacem en la durabilidad del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Comas-Lima, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
OLIVERA CAHUANA OSCAR JOEL DNI: 72379725 ORCID: 0000-0001-6759-6337	Firmado electrónicamente por: OOLIVERACA el 30-11-2023 20:30:46
SALINAS MORALES CRISTIAN ANTOGENES DNI: 75870719 ORCID: 0000-0002-1339-4761	Firmado electrónicamente por: CSALINASMO12 el 30-11-2023 20:32:25

Código documento Trilce: INV - 1447190



## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor .....	iv
Declaratoria de originalidad de los autores .....	v
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	ix
Resumen .....	xi
Abstract .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	17
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	17
3.2. Variables y operacionalización .....	18
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	22
3.5. Procedimientos .....	24
3.6. Método de análisis de la información .....	25
3.7. Aspectos éticos .....	26
IV. RESULTADOS .....	27
4.1. Descripción de la zona de estudio .....	27
4.2. Trabajos preliminares .....	28
4.3. Propiedades de los materiales .....	34
4.4. Desarrollo por objetivos .....	36
4.5. Contrastación de hipótesis .....	63
V. DISCUSIÓN .....	73
VI. CONCLUSIONES .....	80
VII. RECOMENDACIONES .....	83
REFERENCIAS .....	84
ANEXOS .....	91

## Índice de tablas

Tabla 1. Composición compuesta promedio del cemento portland (Peso %)...	13
Tabla 2. Tipos de aditivos químicos.....	14
Tabla 3. Dosificaciones.....	21
Tabla 4. Probetas para ensayos de compresión.....	21
Tabla 5. Moldes para ensayo de porosidad.....	21
Tabla 6. Técnicas e instrumentos.....	23
Tabla 7. Coeficiente de Kappa.....	24
Tabla 8. Características de los agregados.....	30
Tabla 9. Valores de diseño – PSCV-00.....	31
Tabla 10. Valores de diseño – PSCV-05.....	31
Tabla 11. Valores de diseño – PSCV-10.....	32
Tabla 12. Valores de diseño – PSCV-15.....	33
Tabla 13. Características químicas de la cal viva.....	35
Tabla 14. Granulometría de la cal viva.....	35
Tabla 15. Reactividad de la cal viva.....	35
Tabla 16. Asentamiento de la mezcla fresca.....	37
Tabla 17. Contenido de aire – Olla Washington.....	38
Tabla 18. Resistencia a la compresión curado en poza – 7 días.....	40
Tabla 19. Resistencia a la compresión curado en poza – 14 días.....	41
Tabla 20. Resistencia a la compresión curado en poza – 28 días.....	42
Tabla 21. Resistencia a la compresión curado en sulfatos – 7 días.....	44
Tabla 22. Resistencia a la compresión curado en sulfatos – 14 días.....	45
Tabla 23. Resistencia a la compresión curado en sulfatos – 28 días.....	46
Tabla 24. Resistencia a la compresión en ciclos de congelación – 7 días.....	48
Tabla 25. Resistencia a la compresión en ciclos de congelación – 14 días.....	49
Tabla 26. Resistencia a la compresión en ciclos de congelación – 28 días.....	50
Tabla 27. Porosidad del concreto – curado en poza.....	51
Tabla 28. Porosidad del concreto – curado en sulfatos.....	53
Tabla 29. Porosidad del concreto – ciclos de congelación.....	55
Tabla 30. Relación cal viva/resistencia – Curado en poza.....	58
Tabla 31. Relación cal viva/resistencia – curado en sulfatos.....	60
Tabla 32. Relación cal viva/resistencia – ciclos de congelación.....	62
Tabla 33. Asentamiento del concreto.....	63

Tabla 34. Rangos de significancia - asentamiento .....	64
Tabla 35. Significancia del asentamiento .....	64
Tabla 36. Rangos de significancia – contenido de aire.....	65
Tabla 37. Significancia del contenido del aire.....	65
Tabla 38. Rangos de significancia – Resistencia a la compresión .....	66
Tabla 39. Resistencia a la compresión curado en poza (28 días) - Significancia .....	66
Tabla 40. Resistencia a la compresión curado en sulfatos (28 días) - Significancia .....	67
Tabla 41. Resistencia a la compresión en ciclos de congelación (28 días) - Significancia .....	67
Tabla 42. Rangos de significancia – porosidad del concreto.....	68
Tabla 43. Porosidad del concreto curado en poza (28 días) - significancia.....	68
Tabla 44. Porosidad del concreto curado en sulfatos (28 días) - significancia .	69
Tabla 45. Porosidad del concreto curado en ciclos de congelación (28 días) - significancia.....	69

## Índice de figuras

Figura 1. El ciclo de la cal .....	10
Figura 2. Los ciclos hielo-deshielo .....	15
Figura 3. Penetración de sulfatos.....	16
Figura 4. Mapa político del Perú.....	27
Figura 5. Mapa político del departamento de Lima. ....	27
Figura 6. Distrito de Comas.....	28
Figura 7. Muestra de cal viva .....	29
Figura 8. Muestra de plastificante SikaCem.....	29
Figura 9. Cono de Abrams.....	36
Figura 10. Medición de asentamiento .....	36
Figura 11. Asentamiento de la mezcla fresca .....	37
Figura 12. Contenido de aire .....	38
Figura 13. Olla Washington .....	38
Figura 14. Contenido de aire – Olla Washington.....	38
Figura 15. Rotura de probetas.....	39
Figura 16. Probetas.....	39
Figura 17. Resistencia a la compresión curado en poza – 7 días .....	40
Figura 18. Resistencia a la compresión curado en poza – 14 días .....	41
Figura 19. Resistencia a la compresión curado en poza – 28 días .....	42
Figura 20. Curado en sulfatos .....	43
Figura 21. Probeta en sulfatos .....	43
Figura 22. Resistencia a la compresión curado en sulfatos – 7 días.....	44
Figura 23. Resistencia a la compresión curado en sulfatos – 14 días.....	45
Figura 24. Resistencia a la compresión curado en sulfatos – 28 días.....	46
Figura 25. Probetas congeladas.....	47
Figura 26. Probetas descongeladas.....	47
Figura 27. Resistencia a la compresión en ciclos de congelación – 7 días.....	48
Figura 28. Resistencia a la compresión en ciclos de congelación – 14 días....	49
Figura 29. Resistencia a la compresión en ciclos de congelación – 28 días....	50
Figura 30. Secado en el horno .....	51
Figura 31. Saturado en agua.....	51
Figura 32. Cantidad de poros – curado en poza .....	52
Figura 33. Moldes hervidos .....	53

Figura 34. Pesado de moldes.....	53
Figura 35. Cantidad de poros – curado en sulfatos.....	54
Figura 36. Pesado de moldes.....	55
Figura 37. Secado de moldes.....	55
Figura 38. Cantidad de poros – ciclos de congelación.....	56
Figura 39. Resistencia a la compresión (28 días) – curado en poza.....	57
Figura 40. Resistencia a la compresión (28 días) – curado en sulfatos .....	59
Figura 41. Resistencia a la compresión (28 días) – ciclos de congelación .....	61

## Resumen

Esta investigación se centró en la durabilidad del concreto en Comas, donde el rápido crecimiento urbano ha llevado a problemas de seguridad estructural. Se evaluó la influencia de la adición de cal viva y plastificante SikaCem en concreto con resistencia  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. La investigación aplicó una metodología de investigación aplicada, cuantitativa de tipo cuasi-experimental, con un nivel explicativo. La población de estudio se compone de probetas de concreto, se ha seleccionado una muestra de 120 probetas para el estudio, utilizando un método de muestreo no probabilístico, la unidad de análisis son las probetas de concreto de 10X20 cm. Los resultados mostraron que la adición de cal viva y plastificante SikaCem mejoró la trabajabilidad y aumentó el contenido de aire del concreto en estado fresco. En cuanto a las propiedades endurecidas, las mezclas con cal viva y plastificante SikaCem mostraron una disminución de resistencia en curado en poza, pero las muestras sometidas a sulfatos y ciclos de congelación mostraron un aumento en la resistencia, todas las probetas tuvieron una reducción de vacíos. La dosificación óptima varío según el ambiente. En conclusión, la adición de cal viva y plastificante SikaCem tiene un impacto positivo en la durabilidad del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

Palabras clave: Cal, Plastificante, SikaCem, Durabilidad y Concreto

## **Abstract**

This research focused on the durability of concrete in Comas, where rapid urban growth has led to structural safety issues. The influence of the addition of quicklime and SikaCem plasticizer on concrete with resistance  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  was evaluated. The research applied an applied, quantitative, quasi-experimental research methodology, with an explanatory level. The study population is made up of concrete specimens, a sample of 120 specimens has been selected for the study, using a non-probabilistic sampling method, the unit of analysis is the 10X20 cm concrete specimens. The results showed that the addition of quicklime and SikaCem plasticizer improved the workability and increased the air content of the fresh concrete. Regarding the hardened properties, the mixtures with quicklime and SikaCem plasticizer showed a decrease in resistance in pool curing, but the samples subjected to sulfates and freezing cycles showed an increase in resistance, all the specimens had a reduction in voids. The optimal dosage varied depending on the environment. In conclusion, the addition of quicklime and SikaCem plasticizer has a positive impact on the durability of concrete  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

Keywords: Lime, Plasticizer, SikaCem, Durability and Concrete

## I. INTRODUCCIÓN

El concreto, como material esencial en la construcción, desempeña un papel crítico en el desarrollo y la sostenibilidad de la infraestructura a nivel global. La durabilidad y la resistencia del concreto son factores determinantes para asegurar la longevidad y el desempeño de las estructuras en todo el mundo. Sin embargo, en un contexto internacional, los desafíos asociados con la durabilidad del concreto son una preocupación creciente, a medida que las estructuras enfrentan condiciones ambientales adversas y la necesidad de una mayor sostenibilidad se vuelve cada vez más urgente. En china es una gran preocupación la elevada cantidad de desechos producidos por el sector de la construcción, Ma et al. (2019) en su estudio evalúa el uso de áridos reciclados para mejorar la durabilidad de las estructuras y reducir la cantidad de desechos producidos por el sector de la construcción (p. 1).

En el contexto específico de Perú, un país con una gran variabilidad geográfica, que abarca desde las regiones costeras hasta las montañas de los Andes, presenta condiciones climáticas extremadamente diversas. Según Vázquez-Rowe et al., (2019) el concreto es el material de construcción más utilizado en las áreas urbanas del país, este material tiene profundas raíces culturales y es ampliamente reconocido y utilizado tanto en la construcción formal como informal en Perú (p. 284). En la costa, las estructuras de concreto deben resistir la corrosión causada por la salinidad del aire y la humedad constante, mientras que, en las zonas de alta montaña, se ven sometidas a condiciones climáticas rigurosas, como cambios bruscos de temperatura y ciclos de congelación y descongelación. Estos desafíos climáticos se suman a la presión constante de construir infraestructuras resistentes en un país propenso a la actividad sísmica.

En el distrito de Comas, el rápido crecimiento urbano ha llevado a problemas significativos en cuanto a la durabilidad de las estructuras, la construcción acelerada y la falta de atención a los estándares de calidad y materiales adecuados han resultado en estructuras deficientes en términos de seguridad y durabilidad. Esto no solo pone en riesgo a los residentes, sino que también genera preocupaciones ambientales debido al mayor consumo de recursos y la generación de residuos. La necesidad de reducir la huella de carbono de las construcciones y optimizar el uso de recursos se ha convertido en una prioridad

en un distrito que busca equilibrar su crecimiento con la preservación del entorno natural circundante

La formulación del problema general de esta tesis es ¿Cómo influye la cal viva y el plastificante SikaCem en la durabilidad del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Comas-Lima, 2023? para abordar este problema, se plantean los siguientes problemas específicos, ¿En cuánto influye la adición de cal viva y plastificante SikaCem en las propiedades de la mezcla  $f'c=210 \text{ kg cm}^2$  en estado fresco?, ¿En cuánto influye la adición de cal viva y plastificante SikaCem en las propiedades de la mezcla  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en estado endurecido? y ¿Cuál es el porcentaje óptimo de cal viva y plastificante SikaCem para mejorar la durabilidad del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ?

Esta investigación se justifica desde una perspectiva social al centrarse en la creación de un concreto duradero y resistente, dirigido a fortalecer la seguridad de infraestructuras críticas, como puentes y edificios, con el propósito fundamental de proteger vidas humanas y garantizar la seguridad de la sociedad en general. Desde una perspectiva metodológica, se busca llevar a cabo un estudio exhaustivo y objetivo mediante un diseño experimental riguroso, evaluando el impacto de la inclusión de cal viva y plastificante SikaCem en el concreto. Este enfoque incluye pruebas específicas para medir la resistencia a sulfatos, ciclos de congelación y la porosidad, siguiendo estándares internacionales, asegurando así la confiabilidad y la imparcialidad de los resultados.

Desde una perspectiva medioambiental, se busca mejorar las propiedades del concreto para extender su durabilidad y, de esta manera, contribuir a la reducción de las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la industria de la construcción, al evitar reparaciones frecuentes y el uso de nuevos materiales, se promueve la sostenibilidad y se fomentan prácticas respetuosas con el medio ambiente. Desde una perspectiva económica, la prolongación de la vida útil del concreto mediante la incorporación de cal viva y plastificante SikaCem tiene el potencial de reducir significativamente los costos de mantenimiento a lo largo del ciclo de vida de las estructuras, generando ahorros a largo plazo y una mayor eficiencia económica.

El objetivo general de este proyecto de investigación es evaluar la influencia de la adición de cal viva y el plastificante SikaCem en la durabilidad del concreto  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ , Comas-Lima, 2023. Para alcanzar este objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos, determinar la influencia de la adición de cal viva y plastificante SikaCem en las propiedades de la mezcla  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco, determinar la influencia de la adición de cal viva y plastificante SikaCem en las propiedades de la mezcla  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en estado endurecido y determinar el porcentaje de dosificación óptimo de cal viva y plastificante SikaCem para mejorar la durabilidad del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

Se plantea la hipótesis que sugiere la adición de cal viva y plastificante SikaCem influyen positivamente en la durabilidad del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Comas-Lima, 2023. Para abordar esta hipótesis, se plantean las siguientes hipótesis específicas, la adición de cal viva y plastificante SikaCem influye significativamente en las propiedades de la mezcla  $f'c=210 \text{ k/cm}^2$  en estado fresco, la adición de cal viva y plastificante SikaCem influye significativamente en las propiedades de la mezcla  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en estado endurecido y el porcentaje óptimo de cal viva y plastificante SikaCem para mejorar la durabilidad del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se encuentra entre 5% y 15% de cal viva y 0.5% de plastificante SikaCem.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales en esta tesis, Vázquez-Rowe et al. (2019), en su estudio se enfoca en la producción de cemento, un componente fundamental en la industria de la construcción a nivel global, mientras que en naciones desarrolladas la demanda de cemento se ha mantenido estable, en economías emergentes como Perú, que se caracteriza por su crecimiento económico y la necesidad de infraestructuras y viviendas resistentes a los terremotos, se ha observado un notorio incremento en la demanda de este material. Sin embargo, se ha reconocido que la producción de cemento contribuye significativamente a las emisiones de dióxido de carbono, agravando así el problema del cambio climático, particularmente durante la fase de fabricación de clinker y el uso de combustibles fósiles. Se evaluaron tres tipos de cemento producidos en tres plantas cementeras más importantes en Perú y se utilizó una metodología de evaluación del ciclo de vida para medir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la producción de una cantidad estándar de cemento. Aunque los resultados se encontraron en el extremo inferior en comparación con investigaciones previas, se destacó que el tipo de cemento, especialmente el cemento Portland, tiende a tener un mayor impacto en el calentamiento global en comparación con los cementos mezclados. Además, se reconoció que factores como la fuente de energía utilizada en el horno o la importación de clinker pueden influir en los resultados finales.

Huaquisto Cáceres y Belizario Quispe (2018) en su estudio investiga la posibilidad de usar ceniza volante, un contaminante ambiental, como sustituto en la dosificación del concreto en la Región Puno y Perú. El objetivo es encontrar la proporción óptima de ceniza volante que no reduzca la resistencia del concreto y que ayude a mitigar el impacto ambiental. Se probaron diferentes proporciones de ceniza volante (2.5%, 5.0%, 10.0%, y 15.0%) en mezclas de concreto normal y se evaluaron las resistencias a los 7, 14, 28 y 90 días. Los resultados indican que hasta un 10% de sustitución de cemento por ceniza volante no disminuye la resistencia del concreto. Sin embargo, más allá de este valor, la resistencia se ve afectada negativamente. Por lo tanto, la ceniza volante es beneficiosa como sustituto del cemento hasta un 10%, pero su uso en proporciones mayores puede perjudicar la resistencia del concreto.

Beresovsky y Brioso (2023), este estudio se centra en la permeabilidad del hormigón, una propiedad esencial que influye en la durabilidad y longevidad de las estructuras de hormigón armado y tiene lugar en el contexto de la industria de la construcción en Perú. A pesar de que las proporciones de agua y cemento en las mezclas de concreto suelen mantenerse constantes, en la práctica, la permeabilidad puede variar debido a factores no plenamente comprendidos por los profesionales de la construcción. Además, la medición de la permeabilidad rara vez se realiza en proyectos de construcción convencionales. El objetivo principal de esta investigación es proponer un método para determinar la permeabilidad del concreto, considerando tres factores clave, la relación agua-cemento, el tipo de cemento utilizado y la relación entre la pasta y los agregados en la mezcla. Este análisis se llevará a cabo utilizando cementos y agregados peruanos como caso de estudio, los resultados experimentales revelan cambios significativos en la permeabilidad del concreto y, al analizar los factores que influyen en estos cambios, se concluye que es necesario ampliar los parámetros de control en el diseño de las mezclas de concreto para gestionar de manera más efectiva su permeabilidad, lo que puede tener un impacto sustancial en la calidad y durabilidad de las estructuras de hormigón en la industria de la construcción.

Seguidamente los antecedentes internacionales como Seymour et al. (2023) realiza análisis de morteros romanos antiguos con el fin de identificar principios de diseño que puedan aplicarse en la formulación de concretos modernos, tomando inspiración de la tecnología romana. El estudio se llevó a cabo en el sitio arqueológico de Privernum, cerca de Roma, Italia, donde se obtuvieron muestras de mortero de las murallas de la ciudad. El proyecto exploró dos fórmulas de concreto inspiradas en los romanos. La "Mezcla 1" que comprendía cemento, ceniza volante, arena, agua y cal viva en diversas concentraciones, y "Mezcla 2" que incorporaba cemento, ceniza volante, arena, agua, superplastificante y agregados gruesos, con cal viva como sustituto parcial de los agregados. Adicionalmente, se llevaron a cabo experimentos de auto reparación para evaluar la capacidad de estas mezclas de concreto en sanar grietas inducidas mecánicamente. Los resultados indicaron una reducción en el flujo de agua a través de las grietas en las mezclas que contenían cal viva, lo que sugiere un proceso potencial de auto reparación.

Yu et al., (2022), este estudio se centró en el uso de lechadas de cal viva para reparar fisuras en suelos en el noroeste de China. Los resultados mostraron que estas lechadas tienen el potencial de reducir la contracción en las fisuras y fortalecer el suelo circundante. Para lograr esto, se seleccionaron tres tipos de lechadas con diferentes proporciones de mezcla y se identificaron 35 sitios representativos en el noroeste de China para llevar a cabo una serie de pruebas. Estas pruebas abarcaron una variedad de propiedades, que incluyeron las características físicas fundamentales, las propiedades mecánicas, las propiedades térmicas y las propiedades relacionadas con el agua de los suelos. Los resultados de las pruebas revelaron que las propiedades de las lechadas eran similares, mientras que los suelos variaban considerablemente. Utilizando métodos de evaluación multicriterio, se determinó que la mayoría de los suelos en los sitios eran compatibles o muy compatibles con las tres lechadas de cal viva probadas. En resumen, este estudio proporciona datos valiosos sobre la idoneidad de las lechadas de cal viva en una región árida del noroeste de China para reparar fisuras en suelos.

Rangan et al. (2023), en este estudio realizado en Indonesia se comparó el uso de cal viva y cemento compuesto Portland en la mezcla de hormigón y asfalto para crear una capa ligante de concreto asfáltico en el contexto de la construcción de carreteras. Se llevaron a cabo pruebas Marshall para evaluar las propiedades de las mezclas asfálticas hechas con distintas combinaciones de cal viva y cemento. Estas mezclas se prepararon utilizando betún de petróleo y diferentes contenidos de betún. Los resultados revelaron que la mezcla que contenía cal viva con un contenido óptimo de betún del 6.5% mostraba una estabilidad Marshall de 873.9 kg, VIM (vacíos en la mezcla) del 3.9%, VFB (Betun lleno de vacíos) del 76.63%, un flujo de 3.33 mm, un coeficiente Marshall de 262.16 kg/mm y un hueco en agregado mineral del 16.49%. En comparación, la mezcla con cemento de relleno tenía una estabilidad Marshall de 905.5 kg, VIM del 4.1% y VFB del 76.57%. En resumen, la mezcla asfáltica en caliente con cemento funcionó mejor que la mezcla con cal viva para la construcción de capas intermedias en carreteras.

Los antecedentes en otros idiomas como Cai et al. (2022) La investigación se centra en el uso de la escoria granulada molida de alto horno (GGBS) como un

aglutinante de bajo contenido de carbono, que se activa con un activador moderado y utiliza agua de mar. Se analiza cómo las proporciones de cal viva afectan tanto al comportamiento mecánico como a la microestructura del conglomerante. Se descubrió que las pastas de cal viva-GGBS alcanzan la máxima resistencia a la compresión uniaxial ( $>18$  MPa) con una proporción de cal viva del 15%, y cualquier aumento o disminución en esta proporción perjudica la resistencia. El aglutinante de cal viva-GGBS tiene el potencial de ser un material de construcción sostenible, contribuyendo al reciclaje de residuos y al ahorro de agua dulce.

Lv et al. (2020) en su estudio se centra en la eficacia y el proceso de mejora de la durabilidad del mortero de cemento con humo de sílice cuando se expone a ataques de sulfato externos a  $20$  °C. Se estudiaron muestras de cemento Portland de alta resistencia a los sulfatos de grado 42,5 (P•HSR 42,5), cemento Portland ordinario de grado 42,5 (P•O 42,5) y mezclas de P•O 42,5 y humo de sílice. Los morteros de cemento con humo de sílice no presentaron daños aparentes después de 12 meses de exposición a ataques de sulfato externos. Los morteros de cemento P•HSR 42,5 y P•O 42,5 experimentaron un crecimiento exponencial en la deformación de expansión, mientras que los morteros de cemento con humo de sílice mostraron una tendencia hiperbólica. El humo de sílice puede disminuir la formación de productos de descomposición y afinar las estructuras de los poros, lo que incrementa la resistencia de los morteros de cemento expuestos a ataques de sulfato externos. Por lo tanto, el cemento con humo de sílice adecuado mejorará notablemente la eficacia de resistencia de los morteros de cemento expuestos a ataques de sulfato externos.

Ebrahimi Besheli et al. (2021) en su estudio se enfoca en mejorar las propiedades mecánicas y la resistencia a la incrustación superficial de los pavimentos de concreto utilizando diferentes materiales cementantes como cal hidratada, metacaolín y zeolita. Los resultados muestran que al reemplazar el 15% del cemento con metacaolín o zeolita en el concreto a base de cal, se mejoran las resistencias a la compresión y a la penetración de cloruros. Además, el hormigón a base de cal con metacaolín o zeolita muestra una pérdida de peso significativamente menor después de 55 ciclos de hielo-deshielo en comparación con el hormigón sin puzolana. La investigación microestructural revela que el

metacaolín y la zeolita mejoran la mezcla al formar CHS (silicato cálcico hidratado) debido a la existencia de un compuesto de sílice. Por lo tanto, se recomienda el uso simultáneo de zeolita con cal en el concreto para abordar las deficiencias comúnmente asociadas al pavimento de concreto.

Los artículos de esta investigación según Wang et al. (2019) en su estudio evalúa el efecto de superplastificantes en pastas de ceniza volante a través de pruebas de consistencia y pruebas de mini-slump. Los resultados indican que solo los superplastificantes de policarboxilato mejoran significativamente la fluidez de las pastas de ceniza volante. Se llevaron a cabo mediciones del potencial zeta para explicar la influencia de la repulsión electrostática en el comportamiento de flujo de pastas con diferentes superplastificantes. En las pastas de ceniza volante, los lignosulfonatos y los superplastificantes de polinaftaleno redujeron el potencial zeta a valores más negativos, mientras que los superplastificantes de policarboxilato aumentaron el potencial zeta a valores menos negativos. Un potencial zeta más negativo representa una mayor repulsión electrostática entre partículas. Sin embargo, los resultados de trabajabilidad revelaron que los superplastificantes de policarboxilato tenían una mejor capacidad de dispersión que los superplastificantes de polinaftaleno y lignosulfonatos. Se deduce que la interferencia estérica puede ser el mecanismo dominante para la mejor dispersión observada en las pastas de ceniza volante, mientras que la repulsión electrostática puede no tener impacto en la dispersión de estas pastas.

Kaletka-Jurowska y Jurowski (2020) en su estudio investiga cómo las diferentes temperaturas ambientales, que van desde 12 °C a 30 °C (y también a 40 °C en algunas pruebas), afectan las propiedades del concreto de alto desempeño (HPC) durante su preparación y curado. El estudio se centra en analizar las propiedades del concreto fresco, como la consistencia, el contenido de aire y la densidad, y las propiedades del concreto endurecido, como la densidad, la absorción de agua, la profundidad de penetración de agua bajo presión, la resistencia a la compresión y la durabilidad al hielo y deshielo del concreto endurecido. Además, el estudio busca entender cómo un aumento en la temperatura de curado del concreto puede provocar un aumento en la resistencia a la compresión temprana y cómo un aumento de temperatura puede reducir la

resistencia a la compresión después de un período superior a 28 días. Finalmente, el estudio también examina el desempeño del HPC en condiciones de congelación-descongelación en presencia de NaCl, para evaluar su resistencia a estas condiciones y a los materiales de deshielo.

Burciaga-Díaz (2019) en su estudio investiga y optimiza las condiciones para la activación de pastas de cemento de escoria de alto horno granulada (BFS) con cal viva (CaO). Se analizó el efecto de variables como el porcentaje de CaO, la temperatura de curado, la relación agua/binder y la finura de Blaine en la resistencia a la compresión de las pastas. Las condiciones óptimas definidas estadísticamente fueron 10% de CaO, temperatura de 20 °C, relación agua a binder de 0.3 y área superficial de la BFS de 450 m<sup>2</sup>/kg.

La teoría de la cal viva también conocida como óxido de calcio, es un compuesto químico sólido y blanco que se obtiene a partir de la calcinación de la piedra caliza a altas temperaturas (véase figura 1). Este proceso elimina el dióxido de carbono y otras impurezas, dejando como resultado una sustancia altamente alcalina y reactiva. Cuando la cal viva se expone al agua, experimenta una reacción química y se convierte en cal hidratada, un producto que se expande durante este proceso (Tchetgnia Ngassam et al., 2018, p. 262). En el ámbito de la construcción, la cal viva desempeña un papel crucial en la estabilización y mejora de las propiedades de los suelos al aumentar su capacidad de retención de agua y mejorar su compactación. Es vital tener en consideración que la manipulación de la cal viva debe llevarse a cabo con precaución, dado que se trata de un compuesto cáustico capaz de causar irritación en la piel y en los ojos. Por lo tanto, es imprescindible emplear el equipo de protección personal adecuado al manejar la cal viva y seguir las pautas de seguridad recomendadas para garantizar la seguridad durante las tareas.

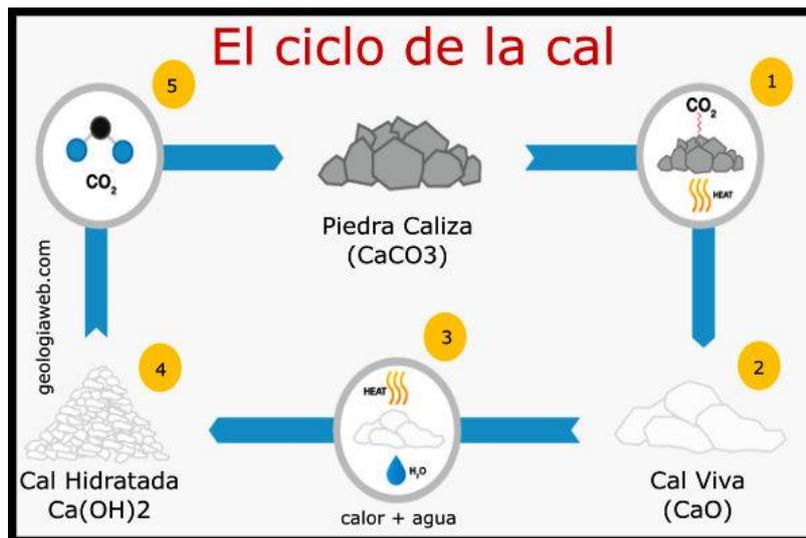


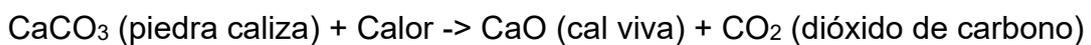
Figura 1. El ciclo de la cal

El plastificante SikaCem es un aditivo utilizado en la industria de la construcción para mejorar las propiedades del concreto y del mortero. Se trata de una sustancia química especialmente diseñada para modificar la consistencia del concreto, haciéndolo más maleable y fácil de trabajar, al tiempo que reduce la cantidad de agua necesaria en la mezcla. El plastificante este hecho principalmente de lignosulfonato, Según Ruwoldt (2020) los lignosulfonatos son una forma modificada de lignina que se obtiene como subproducto durante la producción de celulosa a partir de biomasa lignocelulósica, como la madera, los lignosulfonatos conservan en cierta medida la estructura original de la lignina, lo que les otorga propiedades anfifílicas (p. 623). Esto permite obtener concretos más densos y resistentes, al tiempo que mejora la adherencia y la durabilidad de las estructuras. El plastificante SikaCem es ampliamente reconocido por su capacidad para optimizar la trabajabilidad del concreto y, al mismo tiempo, mantener la integridad de las propiedades mecánicas, lo que lo convierte en un componente valioso en la industria de la construcción.

La durabilidad del concreto es la capacidad que tiene este material de mantener sus propiedades físicas y mecánicas a lo largo del tiempo, resistiendo el desgaste causado por factores ambientales, químicos y mecánicos (GUO, et al., 2018, p. 1). Esto implica la capacidad de resistir la acción del agua, los cambios de temperatura, la exposición a agentes químicos, la abrasión, la carga mecánica y otros factores que pueden degradar o debilitar el material con el tiempo. La durabilidad del concreto es fundamental en la construcción, ya que garantiza que

las estructuras permanezcan seguras y funcionales durante muchos años, lo que a su vez contribuye a la sostenibilidad y ahorro de recursos en la industria de la construcción.

El concepto de la composición de la cal viva también conocida como óxido de calcio o cal quemada, es un compuesto químico inorgánico con la fórmula CaO. Según Ropp (2013), la cal viva se produce mediante la calcinación de la piedra caliza (carbonato de calcio) a altas temperaturas, generalmente por encima de 825 grados Celsius (p. 110). La reacción química que ocurre durante la calcinación es la siguiente:



Esto significa que, durante el proceso de calcinación, la piedra caliza se descompone en cal viva y dióxido de carbono, liberando el CO<sub>2</sub> a la atmósfera. La cal viva es un polvo blanco o grisáceo que es altamente reactivo con el agua. Cuando se combina con agua en un proceso conocido como "apagado", la cal viva reacciona vigorosamente para formar hidróxido de calcio, liberando una gran cantidad de calor en el proceso. Esta reacción es exotérmica y se utiliza en varios procesos industriales y de construcción, como la preparación de mortero y la producción de cal apagada.

Los lignosulfonatos son un tipo de aditivo plastificante ampliamente utilizado en la industria del concreto. Según Niaounakis (2015) los lignosulfonatos se obtienen de la pulpa al sulfito, un proceso utilizado en la fabricación de pulpa de madera, en este proceso, se mezcla dióxido de azufre con una solución acuosa alcalina para cocinar la madera, lo que produce lignosulfonato (p. 451). Los lignosulfonatos funcionan como plastificantes al reducir la cantidad de agua requerida en la mezcla de concreto, lo que mejora su fluidez y trabajabilidad sin comprometer significativamente la resistencia final. Estos aditivos tienen propiedades dispersantes, lo que significa que ayudan a separar y dispersar las partículas de cemento, evitando que se aglomeren y mejorando la homogeneidad de la mezcla. Los lignosulfonatos son especialmente útiles en la producción de concretos que requieren una trabajabilidad mejorada sin aumentar

la cantidad de agua, como el concreto premezclado y el concreto autocompactante.

La fluidez de la mezcla de concreto es crucial para su correcta colocación y compactación en las estructuras de construcción, esta propiedad se relaciona directamente con la trabajabilidad del concreto, influyendo en la facilidad con la que los trabajadores pueden verter, moldear y compactar el material en diferentes formas y espacios. Según Huang et al. (2018) los plastificantes aumentan la fluidez del concreto, permitiendo usar menos agua en la mezcla, esto mejora la resistencia del concreto final, funcionan al crear repulsión electrostática entre las partículas de cemento, reduciendo la viscosidad de la mezcla (p. 2). La relación entre la cantidad de agua y cemento es un factor fundamental que influye en la fluidez, aunque mantener un equilibrio es esencial, ya que un exceso de agua puede reducir la resistencia y durabilidad del concreto. Controlar adecuadamente la fluidez es esencial para garantizar la calidad de las estructuras de concreto y se logra mediante pruebas específicas y técnicas de mezcla adecuadas.

El concreto, una mezcla esencial de cemento Portland, agua y agregados, representa un pilar fundamental en la construcción a nivel global. Su composición y características únicas lo han elevado a un estatus esencial en la ingeniería civil y la construcción, siendo reconocido por su versatilidad y propiedades destacadas (W. Zhang et al., 2020, p. 1). Este material de ingeniería encuentra aplicación en una amplia variedad de contextos, desde cimientos y pavimentos hasta estructuras de carga y revestimientos exteriores. La versatilidad del concreto radica en su capacidad para adaptarse a diversas formas y condiciones, convirtiéndolo en un recurso inestimable en proyectos de construcción de cualquier escala. Su resistencia a las inclemencias del tiempo y durabilidad inherente lo posicionan como un componente irremplazable en la industria de la construcción. En definitiva, el concreto no solo es un elemento constructivo común, sino una piedra angular que sustenta proyectos desde los más pequeños hasta los de envergadura monumental.

El cemento Portland desempeña un papel crucial en la construcción, siendo un material fundamental utilizado para unir y fijar componentes estructurales en diversas obras, desde edificios hasta carreteras y puentes. Su proceso de

fabricación implica la combinación de materias primas como la caliza y la arcilla (véase tabla 1), las cuales son trituradas y convertidas en polvo fino. Posteriormente, este polvo se cuece a altas temperaturas en hornos, dando lugar al clínker, este se mezcla luego con yeso para producir el cemento Portland final, un material altamente versátil. El cemento Portland se destaca por su capacidad para endurecerse cuando se mezcla con agua, generando fuertes enlaces químicos. Esta propiedad es esencial en la construcción moderna, ya que permite la creación de estructuras sólidas y duraderas. Existen varios tipos de cemento Portland, cada uno diseñado con propiedades específicas para adaptarse a diferentes aplicaciones constructivas.

**Tabla 1.** *Composición compuesta promedio del cemento portland (Peso %)*

ASTM Tipo	Descripción	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF	CS <sub>2</sub>
I	Propósito general	55	17	10	7	6
II	Moderadamente resistente a los sulfatos*	55	20	6	10	5
III	alta resistencia inicial	55	17	9	8	7
IV	bajo calor de hidratación	35	40	4	12	4
V	Resistente a los sulfatos	55	20	4	12	4

Nota: \*este cemento se suele moler más finamente:  $\sim 550 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$  comparada con  $380 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$

Fuente: Adaptado de Young (2001).

Los aditivos para concreto son sustancias químicas que se incorporan en pequeñas cantidades durante la mezcla de concreto para modificar sus propiedades y mejorar su desempeño en diversas aplicaciones de construcción. Se dividen en categorías como reductores de agua, aceleradores, retardadores, refuerzos, agentes aireantes, entre otros, para adaptar el concreto a diferentes necesidades de construcción (véase tabla 2). Permiten adaptar el concreto a las necesidades específicas de cada proyecto, brindando versatilidad y calidad, es importante recordar que la dosificación debe ser tratado cuidadosamente para garantizar un rendimiento óptimo. La cantidad exacta de aditivo que se debe usar variará dependiendo de varios factores, incluyendo el tipo de concreto, las condiciones climáticas y las especificaciones del proyecto.

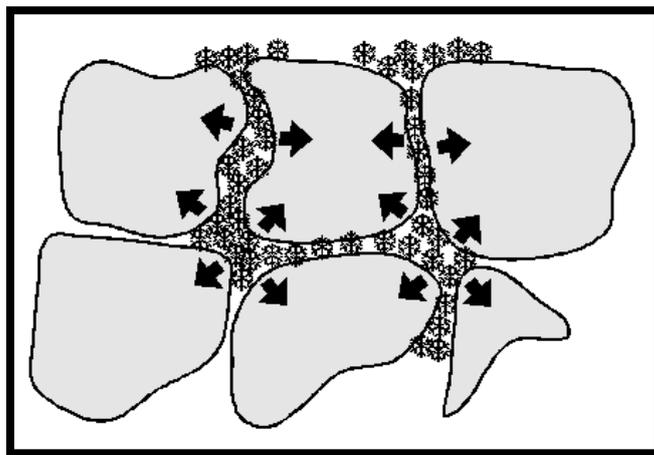
**Tabla 2.** *Tipos de aditivos químicos*

<b>Aditivos químicos</b>	<b>Función</b>
Plastificante	Reducir el requerimiento de agua entre un 10% y un 20% sin afectar la trabajabilidad, lo que conduce a un hormigón denso y de alta resistencia.
Acelerador	Para reducir el tiempo de fraguado del hormigón ayudando así al desencofrado temprano y por tanto utilizado en hormigonados en climas fríos.
Retardador	Para aumentar el tiempo de fraguado ralentizando la hidratación del cemento y por lo tanto son preferidos en lugares de hormigonado a alta temperatura.
Aditivo reductor de agua	Para lograr cierta trabajabilidad (asentamiento) con una proporción baja de agua y cemento para una resistencia específica, ahorrando así en cemento.
Aditivo inclusor de aire	Para arrastrar pequeñas burbujas de aire en el hormigón que actúan como rodillos mejorando así la trabajabilidad y por lo tanto muy eficaces en ciclos de hielo-deshielo ya que proporcionan un efecto amortiguador sobre la expansión del agua en el hormigonado en climas fríos.

Fuente: de Albayrak et al. (2015)

Resistencia a la compresión se define como la aptitud del material para resistir la presión generada por una fuerza de compresión aplicada directamente sobre su superficie (Marković et al., 2016, p. 285). Se expresa en unidades de presión, como megapascales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi), y depende de factores como la relación agua-cemento, el tipo de cemento, la calidad de los agregados y el proceso de mezclado y curado. La medición de esta resistencia se realiza a través de ensayos de laboratorio, donde se someten cilindros de concreto a cargas de compresión. Esta propiedad es fundamental para garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras de concreto en proyectos de ingeniería civil y arquitectura, y su valor es esencial para el diseño y evaluación de estas construcciones.

Los ciclos de congelación y descongelación del concreto se refieren a un proceso en el cual el concreto experimenta alternativamente temperaturas por encima y por debajo del punto de congelación del agua. La teoría sugiere que cuando la temperatura baja a un cierto punto, el agua en los poros del concreto se convierte en hielo y se expande, generando presión, si esta presión excede la resistencia del concreto, se forman microfisuras, estas fisuras se acumulan y pueden dañar el concreto a nivel macroscópico (Luo et al., 2022, p. 4) (véase figura 2). Este fenómeno es especialmente relevante en regiones con climas fríos o en estructuras expuestas a condiciones de humedad y temperaturas variables.



*Figura 2. Los ciclos hielo-deshielo*

La penetración de sulfatos en el concreto se refiere al proceso mediante el cual iones sulfato presentes en el suelo o el agua pueden ingresar en la matriz del concreto, lo que puede resultar en daño y deterioro del material (véase figura 3). El proceso de deterioro del concreto en entornos con sulfatos externos es un fenómeno que compromete su durabilidad, este proceso implica reacciones químicas que resultan en expansión, disolución de componentes de calcio y daños estructurales, consecuentemente, puede dar lugar a la formación de grietas, disminución de la resistencia y fallos mecánicos (Ikumi y Segura, 2019, p. 1). Adicionalmente, los sulfatos también poseen la capacidad de corroer el acero de refuerzo que se encuentra dentro del concreto, lo que ocasiona una disminución en la integridad de toda la estructura. La infiltración de sulfatos en el concreto está sujeta a diversos elementos, tales como la concentración de sulfatos en el entorno circundante, la permeabilidad del propio concreto, la

relación entre agua y cemento, así como la presencia de otros compuestos químicos.



*Figura 3. Penetración de sulfatos*

La porosidad en el concreto se refiere a la presencia de espacios vacíos o poros en su estructura, que pueden contener aire, agua u otros líquidos. Los vacíos, poros y otros fallos resultan de suma importancia en las características mecánicas de los materiales que se basan en el cemento, particularmente en lo que respecta a su resistencia y capacidad de permeabilidad, sin embargo, la presencia de defectos reduce el área efectiva de cemento y, consecuentemente, debilita aún más su capacidad de resistencia (Li et al., 2018, p. 1). Controlar la porosidad es esencial para mejorar la resistencia y longevidad del concreto, mediante la selección adecuada de materiales, la reducción de la relación agua-cemento, el uso de aditivos y técnicas de curado adecuadas, lo que es crucial para la sostenibilidad y el rendimiento de las estructuras de concreto.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

El tipo de investigación empleado en esta tesis fue aplicado, según Lozada (2014), la esencia de la investigación aplicada reside en la generación de conocimiento con perspectivas de aplicación directa en la sociedad o en sectores productivos en un futuro inmediato, estos estudios se consideran de gran relevancia debido a su capacidad de generar impacto práctico (p. 35). En nuestra tesis se estudió la influencia de la adición de cal viva y plastificante SikaCem en la durabilidad del concreto en condiciones adversas, nuestro objetivo era comprender cómo estas adiciones pueden mitigar los efectos dañinos de condiciones desafiantes, como exposición a sulfatos y ciclos de congelación, en estructuras de concreto. Los resultados obtenidos en esta investigación tienen un impacto significativo en la mejora de las prácticas de diseño y construcción en áreas donde estas condiciones adversas son comunes.

##### **Diseño de investigación**

El diseño de investigación utilizado para el proyecto de investigación fue cuasi-experimental. Según Fernández et al. (2014), el diseño cuasi-experimental se utiliza como un enfoque de investigación para evaluar cómo los tratamientos o procesos de cambio afectan a situaciones en las cuales los sujetos o unidades de observación no se han asignado de manera aleatoria (p. 757). Se utilizaron muestras de concreto con diferentes proporciones de cal viva (0%, 5%, 10% y 15%) complementado con plastificante SikaCem (0% y 0.5%), y se evaluaron los efectos en la resistencia a ataque de sulfatos, ciclos de congelación y aparición de poros. Los resultados obtenidos permitieron determinar la influencia de estas adiciones en la durabilidad del concreto, lo que contribuyó al conocimiento en el campo de la construcción y a la mejora de las prácticas de diseño y construcción de estructuras de concreto en condiciones adversas.

##### **Enfoque de investigación**

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, según Huamán Rojas et al. (2022), se argumenta que las investigaciones cuantitativas persiguen un entendimiento preciso y objetivo de la realidad, un conocimiento que pueda ser observado, medido y cuantificado, y para lograr esto, es necesario involucrar

conceptos matemáticos y herramientas estadísticas (p. 30). Se compararon los resultados cuantitativos entre las diferentes muestras de concreto que contienen diferentes dosificaciones de cal viva (0%, 5%, 10% y 15%) y plastificante SikaCem (0% y 0.5%), esto proporciono una base numérica para evaluar cómo estos aditivos influyen en la durabilidad del concreto.

### **Nivel de investigación**

El nivel de esta investigación es explicativo, según Castro-Carreño et al. (2020) la investigación que tiene como objetivo explicar un fenómeno específico de la realidad al combinar el análisis y la síntesis. Su propósito es establecer un conjunto de afirmaciones coherentes relacionadas con un objeto de estudio (p. 2). Para ello se analizó los mecanismos subyacentes y las relaciones causales que afectan la resistencia del concreto a ciclos de congelación y descongelación, su tolerancia a los sulfatos, así como aspectos como la porosidad y otros elementos que inciden en su vida útil. En lugar de simplemente observar los resultados, la investigación busca comprender en profundidad los procesos físicos que están en juego, proporcionando una base sólida para la mejora de prácticas de construcción y diseño de concreto en condiciones adversas.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variable independiente (X1): Cal viva**

##### **Definición conceptual**

La cal viva, también llamada óxido de calcio, es un compuesto químico inorgánico que se produce al calentar la piedra caliza a elevadas temperaturas. Cuando la cal viva se pone en contacto con el agua, ocurren dos procesos simultáneos, un aumento en la temperatura debido a una reacción exotérmica y una expansión en el volumen de la pasta (Moropoulou, et al., 2001, p. 637).

##### **Definición operacional**

Se evaluó la cal viva en diferentes proporciones en relación al contenido de cemento, incluyendo dosificaciones del 0%, 5%, 10% y 15%. Estas proporciones se emplearon para analizar su impacto en la durabilidad del concreto en términos de resistencia al ataque de sulfatos, ciclos de congelación y porosidad. La investigación arrojó información relevante sobre cómo la cal viva influyó en la capacidad del concreto para enfrentar condiciones desafiantes y mantener su integridad con el tiempo.

**Dimensión:** Dosificación de cal viva

**Indicadores:** 0%, 5%, 10% y 15% de cal viva, respecto al peso del cemento.

**Escala de medición:** De razón

**Variable independiente (X2): Plastificante SikaCem**

#### **Definición conceptual**

SikaCem es una marca comercial de aditivos plastificantes utilizados en la industria del concreto. Los plastificantes son aditivos utilizados en el concreto para reducir la cantidad de agua necesaria en la mezcla sin afectar su consistencia y mejorar su fluidez sin cambios en el contenido de agua (Topçu et al., 2016, p. 189). Los plastificantes como el SikaCem se utilizan ampliamente en la construcción de estructuras de concreto, tanto en proyectos comerciales como residenciales.

#### **Definición operacional**

El plastificante SikaCem se empleó en diferentes dosificaciones en relación al contenido de cemento. Se consideraron dosificaciones de 0% y 0.5%. Estas dosificaciones se emplearon para caracterizar y evaluar su impacto en la durabilidad del concreto en términos de sus propiedades físicas y mecánicas.

**Dimensión:** Dosificación de plastificante.

**Indicadores:** 0% y 0.5 % de plastificante SikaCem, respecto al peso del cemento.

**Escala de medición:** De razón

**Variable dependiente (Y): Durabilidad del concreto**

La durabilidad del concreto se refiere a la capacidad del material para resistir los efectos de factores ambientales y de servicio a lo largo del tiempo, manteniendo sus propiedades y funcionalidad. Con el paso del tiempo, el concreto puede experimentar diferentes formas de deterioro, en climas exteriores, los problemas más comunes de durabilidad están relacionados con la corrosión del refuerzo y el daño causado por las heladas (Nilsson, 2003, p. 3). Una estructura de concreto duradero es aquella que conserva su integridad estructural, su apariencia estética y sus propiedades mecánicas a lo largo de su

vida útil prevista. La durabilidad del concreto es fundamental para asegurar la seguridad, la funcionalidad y la vida útil de las estructuras de construcción.

### **Definición operacional**

La durabilidad del concreto se evaluó exponiendo probetas a condiciones extremas, incluyendo un tratamiento con sulfato de magnesio a una concentración de 10 g/l y ciclos de congelación alternando temperaturas entre -15 °C y 20 °C, simulando fluctuaciones de temperatura. Este enfoque permitió evaluar la capacidad del concreto para resistir tensiones mecánicas y reacciones químicas adversas.

**Dimensiones:** Mezcla en estado fresco y mezcla en estado endurecido

**Indicadores:** Trabajabilidad, resistencia a compresión, resistencia a penetración de sulfatos, Resistencia a ciclos de congelación y porosidad.

**Escala de medición:** De razón

### **3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis**

#### **Población**

Según García-García et al (2013) la población, se refiere al conjunto completo de elementos del cual es posible extraer la muestra. Esta población está compuesta por elementos conocidos como unidades de muestreo o unidades muestrales, los cuales tienen una ubicación específica en términos de espacio y tiempo (p. 2019). La población que se consideró en el proyecto de investigación estuvo compuesta por todas las probetas de concreto con dimensiones de 10 x 20 cm. Además, se aplicaron diferentes dosificaciones de cal viva, incluyendo 0%, 5%, 10% y 15%, así como dosificaciones de plastificante SikaCem de 0% y 0.5 %. Estas dosificaciones permitieron evaluar el efecto de la adición de cal viva y plastificante SikaCem en la durabilidad del concreto.

#### **Muestra**

Según Seoane (2007), en un proyecto de investigación, no es necesario recopilar datos de todos los individuos en la población de estudio es suficiente calcular el valor de una característica en un subconjunto de la población llamado muestra, que consiste en un grupo de elementos de la población (p. 357). La muestra de estudio comprendió un total de 120 probetas de concreto con una resistencia de diseño de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . De estas, 36 probetas se sometieron a

ensayos de compresión a diferentes períodos de curado en poza (7, 14 y 28 días). Además, se seleccionaron otras 36 probetas para ser curados en agua con sulfato de magnesio en una concentración de 10g/l, otras 36 probetas se sometieron a ciclos de congelación con los mismos periodos de curado, y las restantes 12 probetas se utilizaron para elaborar 36 moldes y realizar los ensayos de densidad, porosidad y vacíos (véase Tabla 3, 4 y 5).

**Tabla 3. Dosificaciones**

Dosificación	Código
Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ + 0% plastificante SikaCem + 0% cal viva	PSCV-00
Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ + 0.5% plastificante SikaCem + 5% cal viva	PSCV-05
Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ + 0.5% plastificante SikaCem + 10% cal viva	PSCV-10
Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ + 0.5% plastificante SikaCem + 15% cal viva	PSCV-15

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4. Probetas para ensayos de compresión**

Dosificación	Curado en poza			Curado en sulfatos			Ciclos de congelación			Total
	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	
PSCV-00	3	3	3	3	3	3	3	3	3	108
PSCV-05	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
PSCV-10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
PSCV-15	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5. Moldes para ensayo de porosidad**

Dosificación	Curado en poza	Curado en sulfatos	Ciclos de congelación	Total
	28 días			
PSCV-00	3	3	3	36
PSCV-05	3	3	3	
PSCV-10	3	3	3	
PSCV-15	3	3	3	

Fuente: Elaboración propia

### Muestreo

El método de muestreo de este estudio es no probabilístico, según Otzen (2017) En las metodologías de muestreo no probabilístico, la elección de los individuos a investigar se basará en criterios específicos o características determinadas que sean consideradas relevantes por el o los investigadores en

ese momento (p. 228). El estudio comprende un total de 120 probetas de concreto con una resistencia de diseño de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Estas probetas proporcionaron información sobre cómo varía la resistencia del concreto en condiciones adversas.

### **Unidad de análisis**

Según Damşa y Jornet (2020) la unidad de análisis es una pieza central en cualquier metodología, determina el objeto de la investigación, constituyendo así una visión del mundo sobre lo que podemos y no podemos descubrir sobre el aprendizaje en cualquier estudio empírico (p. 1). La unidad de análisis de esta tesis fueron probetas de concreto con dimensiones de 10 x 20 cm y las diferentes dosificaciones de cal viva y plastificante SikaCem. Estas dosificaciones, que incluyeron diferentes porcentajes de cal viva (0%, 5%, 10% y 15%) y de plastificante SikaCem (0% y 0.5%), se evaluaron para analizar el efecto de su adición en la durabilidad del concreto.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnica**

Según Soledad Fabbri (1998) La observación es un procedimiento cuya principal y primordial finalidad consiste en recolectar información acerca del objeto que está siendo tomado en cuenta (p. 2). La técnica de observación fue utilizada en este caso para recopilar información sobre el comportamiento y las características del concreto durante los diferentes ensayos y condiciones a los que se sometieron las probetas. Se observó directamente el comportamiento de las probetas en los ensayos de compresión, los efectos del congelamiento y descongelamiento, el deterioro causado por los sulfatos y las características físicas del concreto (véase tabla 6).

### **Instrumento**

El instrumento empleado es la ficha de recolección de datos, según Chagoya (2008) Son instrumentos diseñados de manera estructurada para almacenar y organizar la información relevante obtenida durante la investigación. Estas fichas son de gran utilidad, ya que permiten ahorrar tiempo, espacio y recursos económicos al proporcionar un método eficiente para recopilar y gestionar la información necesaria en el estudio (p. 21). La ficha incluyó campos para registrar la identificación de cada probeta, el período de curado, los

resultados de los ensayos de compresión, los efectos de los ciclos de congelación y curado en agua con sulfatos, y los datos de los ensayos de porosidad. La ficha facilitó la recopilación sistemática y organizada de los datos, permitiendo un análisis posterior y la evaluación de las propiedades y características del concreto en estudio (véase tabla 6 y anexo 3).

**Tabla 6. Técnicas e instrumentos**

<b>Descripción</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
% Dosificación	Observación directa	Ficha de registro de datos
Propiedades químicas de la cal viva	Observación directa	Ficha técnica
Propiedades físicas de la cal viva	Observación directa	Ficha técnica
% Dosificación	Observación directa	Ficha de registro de datos
Composición de plastificante SikaCem	Observación directa	Ficha técnica
Trabajabilidad	Observación experimental	Ficha de resultado de laboratorio
Resistencia a compresión	Observación experimental	Ficha de resultado de laboratorio
Resistencia a penetración de sulfatos	Observación experimental	Ficha de resultado de laboratorio
Resistencia a ciclos de congelación	Observación experimental	Ficha de resultado de laboratorio
Porosidad	Observación experimental	Ficha de resultado de laboratorio

Fuente: Elaboración propia

### **Validez**

La validez de esta tesis se establece a través de un juicio de expertos por parte de tres ingenieros altamente calificados en el campo de la construcción. Su evaluación crítica y aprobación de la investigación respalda la calidad y relevancia de este trabajo. Para cuantificar la concordancia entre las evaluaciones de los expertos, se calculó el coeficiente de Kappa dando como resultado un valor de 1 dando una validez casi perfecta. Según Cerda y Villarroel (2008) el coeficiente kappa, con un rango de -1 a +1, cuantifica la concordancia entre observadores, valores próximos a +1 indican una alta concordancia, mientras que valores cercanos a -1 señalan una alta discordancia, un valor de  $k=0$  indica concordancia esperada debido únicamente al azar (p. 56) (véase tabla 7)

**Tabla 7. Coeficiente de Kappa**

<b>Coeficiente Kappa</b>	<b>Fuerza de acuerdo</b>
<0.00	Pobre
0.00 – 0.20	Leve
0.21 – 0.40	Justa
0.41 – 0.60	Moderado
0.61 – 0.80	Sustancial
0.81 – 1.00	Casi perfecta

Fuente: adaptado de Landis y Koch (1977)

### **Confiabilidad de los instrumentos.**

Según Manterola et al. (2018), un instrumento se considera confiable, preciso o consistente cuando, al usarlo, se obtienen resultados idénticos en diferentes momentos, lugares y con diferentes grupos, siempre que se aplique bajo las mismas circunstancias (p.680). La confiabilidad de esta investigación se sustenta en la certificación del laboratorio y el cumplimiento riguroso de estándares de calidad, lo que asegura la integridad de los resultados y contribuye a la solidez de las conclusiones presentadas en esta tesis sobre la durabilidad del concreto en condiciones adversas.

### **3.5. Procedimientos**

En esta tesis, se llevaron a cabo una serie de ensayos destinados a evaluar las características del concreto en sus dos estados: fresco y endurecido. Estos ensayos incluyeron lo siguiente:

El ensayo de asentamiento: En este ensayo, se llena un cono con la mezcla de hormigón, se compacta y se mide la diferencia entre la altura inicial del cono y la altura final del hormigón, expresada en milímetros, conocida como asentamiento. Este valor se utiliza para evaluar si el hormigón es lo suficientemente maleable para su colocación en proyectos de construcción.

El ensayo de contenido de aire del concreto: es una prueba utilizada para determinar la cantidad de aire atrapado en una mezcla de concreto fresco con diferentes contenidos de cal viva y plastificante SikaCem

Preparación de las probetas: Se fabricaron un total de 120 probetas de concreto con una resistencia de diseño de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . Se siguieron los procedimientos estándar para la preparación de las mezclas de concreto y el moldeo de las probetas, asegurando que se cumplieran las especificaciones requeridas.

Ensayos de compresión: Las 36 probetas curadas durante diferentes períodos de tiempo (7, 14 y 28 días). se sometieron a ensayos de compresión Se utilizó una máquina de ensayos de compresión para aplicar una fuerza axial gradualmente hasta la falla de la probeta. Se registraron los valores de carga y deformación, y se calculó la resistencia a la compresión de cada probeta.

Ciclos de congelación: El grupo de 36 probetas se sometió a ciclos de congelación y descongelación para evaluar su resistencia frente a los efectos del hielo y el deshielo. Estos ciclos simularon las condiciones climáticas de regiones frías donde el concreto está expuesto a condiciones de congelación y descongelación repetidas. Se registraron los cambios de resistencia de las probetas después de 7, 14 y 28 días de curado.

Penetración de sulfatos: Otro grupo de 36 probetas se curó en agua con sulfatos durante 7, 14 y 28 días para evaluar su resistencia al ataque químico de los sulfatos presentes en el entorno. En este ensayo, las probetas se sumergieron en una solución de sulfato y se midió cómo este entorno afectaba la resistencia.

Densidad, porosidad y vacíos: Las 12 probetas restantes, se elaboraron 36 moldes que se sometieron a ensayos para determinar su densidad, porosidad y contenido de vacíos. Estos ensayos proporcionaron información valiosa sobre las características estructurales y de calidad del concreto en el tiempo de curado de 28 días.

### **3.6. Método de análisis de la información**

El método de análisis de esta tesis es estadística descriptiva e inferencial, según Seoane (2007) la estadística descriptiva se enfoca en resumir y organizar datos utilizando medidas como la media y la desviación estándar, además de gráficos, para describir conjuntos de datos. Por otro lado, la estadística inferencial se utiliza para hacer predicciones y tomar decisiones sobre poblaciones más grandes basadas en muestras, empleando pruebas de hipótesis y estimación de intervalos de confianza (p. 467). Una vez que los ensayos se completaron, se analizaron los resultados obtenidos, se compararon las resistencias a la compresión de las probetas que se habían curado durante diferentes períodos de tiempo y se evaluó el efecto del tiempo de curado en la resistencia del concreto. Además, se examinaron los resultados de los ensayos

específicos para obtener información sobre cómo el concreto resistía los ciclos de congelación y el ataque de sulfatos, así como sus características estructurales y de calidad. Estos procedimientos proporcionaron información relevante sobre las propiedades y características del concreto bajo estudio, lo que sentó las bases para el análisis y la discusión de los resultados.

### **3.7. Aspectos éticos**

En nuestro proyecto de investigación, se consideraron diversos aspectos éticos con el objetivo de asegurar la integridad ética de la investigación:

- **Beneficencia:** Se priorizó el beneficio y el avance del conocimiento en el campo de la construcción y la ingeniería civil. Los resultados de la investigación tenían el potencial de mejorar las prácticas de diseño y construcción de estructuras de concreto, lo que podía contribuir a la seguridad y durabilidad de las edificaciones.
- **No Maleficencia:** Se tomó especial precaución para evitar cualquier daño o riesgo innecesario a los participantes, si los hubiera, así como a terceros y al medio ambiente. Los ensayos y pruebas se llevaron a cabo siguiendo protocolos rigurosos y estándares de seguridad.
- **Autonomía:** En caso de involucrar a participantes humanos en la investigación, se respetó su autonomía y se les informó adecuadamente sobre la naturaleza de su participación. Se obtuvo el consentimiento informado de acuerdo con los principios éticos de la investigación con seres humanos.
- **Justicia:** Se garantizó la equidad en la selección de muestras y en la toma de decisiones relacionadas con la investigación. Se evitó cualquier forma de discriminación y se promovió la imparcialidad en el análisis de datos.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Descripción de la zona de estudio

#### Ubicación política



Figura 4. Mapa político del Perú



Figura 5. Mapa político del departamento de Lima.

La presente investigación se realizó en el distrito de Comas, provincia de Lima, en el departamento de Lima.

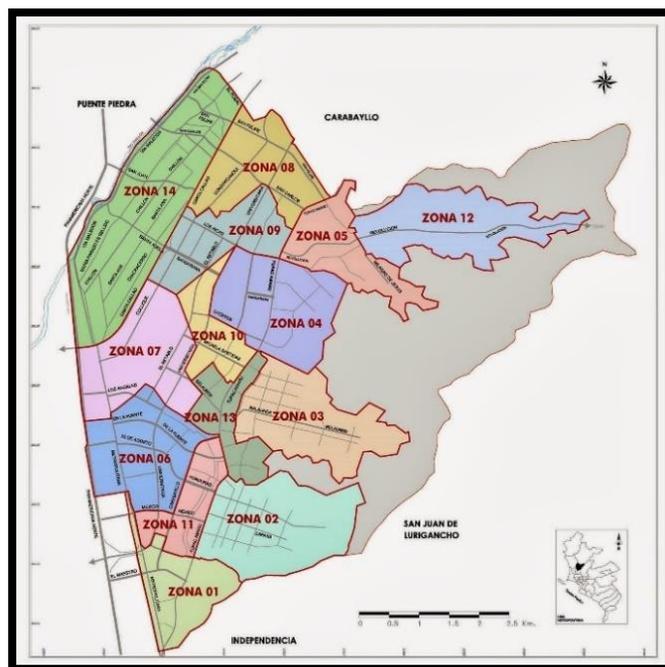
#### Ubicación del proyecto

##### Limites

- Norte : Con los Distritos de Puente Piedra y Carabayllo
- Sur : Con el Distrito de Independencia
- Este : Con el Distrito de San Juan De Lurigancho
- Oeste : Con el Distrito de Los Olivos

#### Ubicación geográfica

El distrito de Comas presenta las siguientes coordenadas geográficas 11° 56' 00" S, 77° 04' 00" W, contando con un área de 48,75 km<sup>2</sup> aproximadamente con una altitud media de 140 m.s.n.m. Según la INEI (2018) hasta el 2017 contaba con una población de 520,450 habitantes.



*Figura 6. Distrito de Comas*

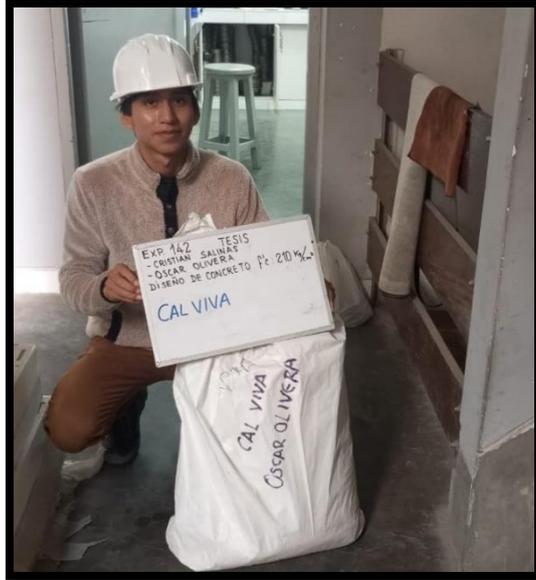
## **Clima**

El clima de la Región de Comas es subtropical árido, caracterizado por ser cálido en verano y templado en invierno. El clima en la región está influenciado por varios factores, como la altitud, nubosidad, masas de agua, humedad del suelo, vegetación y rocas, que regulan la radiación solar y mantienen una temperatura media anual de 22.1°C con fluctuaciones de aproximadamente 6°C (Worldmeteo, s.f.).

### **4.2. Trabajos preliminares**

#### **Obtención de la cal viva**

Se eligió un proveedor confiable de cal viva de alta calidad en el distrito de Comas y se adquirió la cantidad necesaria para los ensayos, esta cal viva se almacenó adecuadamente en un ambiente seco siguiendo las recomendaciones del proveedor para preservar su calidad (véase anexo 5). Luego, se preparó la cal viva cuidadosamente, pesándola y mezclándola con otros materiales según los requisitos de cada experimento, asegurando una dosificación precisa para obtener resultados consistentes.



*Figura 7. Muestra de cal viva*

### **Obtención de plastificante SikaCem**

Para obtener el plastificante SikaCem necesario para llevar a cabo los ensayos de laboratorio en este proyecto, se optó por adquirirlo de un proveedor de autorizado de la marca. Tras seleccionar al proveedor adecuado, se realizó un pedido y, una vez recibido el producto, se verificó su conformidad con las especificaciones necesarias para la investigación. El plastificante se almacenó siguiendo las recomendaciones del fabricante, posteriormente, se utilizó en los ensayos de laboratorio según la metodología establecida.



*Figura 8. Muestra de plastificante SikaCem*

## Obtención de Agregados finos y gruesos

Los agregados utilizados en el estudio se obtuvieron de una cantera ubicada en el distrito de Comas (véase anexo 5). Los agregados gruesos se caracterizan por tener una apariencia angular y fragmentada, con tamaños que cumplen con los requisitos de granulometría necesarios para el concreto. Por otro lado, los agregados finos, se consideró la arena gruesa se caracteriza por su textura granulada y uniforme, y cumplió con los requisitos de granulometría necesarios para las mezclas de concreto utilizadas en los ensayos de laboratorio. Estas características físicas de los agregados garantizan su idoneidad para la preparación de las mezclas de concreto en los ensayos de laboratorio, asegurando la representatividad de las condiciones de construcción en la región de estudio.

**Tabla 8.** Características de los agregados

Identificación		Fino	Grueso
Peso específico bulk base seca	(g/cm <sup>3</sup> )	2.674	2.761
Peso unitario suelto seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1444	1486
Peso unitario seco compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1536	1618
Absorción	(%)	0.91	0.40
Contenido de humedad	(%)	5.97	0.24
Módulo de fineza		3.10	-
Tamaño máximo nominal	(Pulg.)	-	3/4

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos de los análisis de los agregados utilizados en la construcción revelan que el agregado fino posee un peso específico bulk base seca de 2.674 g/cm<sup>3</sup>, un peso unitario suelto seco de 1444 kg/m<sup>3</sup> y un peso unitario seco compactado de 1536 kg/m<sup>3</sup>. Además, presenta una absorción del 0.91% y un contenido de humedad del 5.97%, con un módulo de fineza de 3.10. En cuanto al agregado grueso, se determinó un peso específico bulk base seca de 2.761 g/cm<sup>3</sup>, un peso unitario suelto seco de 1486 kg/m<sup>3</sup> y un peso unitario seco compactado de 1618 kg/m<sup>3</sup>, con una absorción del 0.40% y un contenido de humedad del 0.24%. El tamaño máximo nominal de las partículas del agregado grueso es de 3/4 de pulgada. Estos resultados son fundamentales para garantizar la calidad y adecuación de los agregados en la construcción y en la formulación de mezclas y concretos, ya que tienen un impacto directo en las propiedades de los materiales finales (véase tabla 8).

### Diseño de mezcla concreto $f'c$ 210 kg/cm<sup>2</sup> – PSCV-00

Se realizó el diseño de un concreto con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, se llevaron a cabo pruebas de laboratorio para determinar las proporciones óptimas de agregados, cemento, y se ajustaron en función de la resistencia objetivo. Se consideraron factores como el tipo de cemento, relación agua-cemento y la utilización de aditivos para mejorar la trabajabilidad del concreto.

**Tabla 9.** Valores de diseño – PSCV-00

Material	Proporciones de mezcla de diseño
	En peso
Cemento	1.00 (bol.)
Agregado fino	110.26 (kg/bol.)
Agregado grueso	95.50 (kg/bol.)
Agua	18.69 (litros/bol.)

Fuente: Elaboración propia

Las proporciones de mezcla de diseño para un concreto denominado PSCV-00 en unidades de peso, se dan en relación al cemento, que se toma como referencia. Por cada unidad de peso de cemento, se necesitan 110.26 kg de agregado fino y 95.50 kg de agregado grueso. Además, se requieren 18.69 litros de agua por unidad de peso de cemento. Estas proporciones han sido ajustadas para tener en cuenta la humedad en los materiales, lo que es importante para asegurar que la mezcla de concreto sea precisa y cumpla con las especificaciones requeridas (véase tabla 9).

### Diseño de mezcla concreto $f'c$ 210 kg/cm<sup>2</sup> – PSCV-05

Se empleó el diseño de un concreto con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando un 0.5% de plastificante SikaCem y un 5% de cal viva con respecto al peso del cemento. Se llevaron a cabo estudios de laboratorio para evaluar la idoneidad de diferentes mezclas de cemento, plastificante SikaCem y cal viva.

**Tabla 10.** Valores de diseño – PSCV-05

Material	Proporciones de mezcla de diseño
	En peso
Cemento	1.00 (bol.)
Agregado fino	122.73 (kg/bol.)
Agregado grueso	106.30 (kg/bol.)
Agua	18.11 (litros/bol.)
SikaCem Plastificante	177.083 (ml/bol.)
Cal Viva	2.125 (kg/bol.)

Fuente: Elaboración propia

La tabla presenta las proporciones de diseño para la mezcla de concreto en términos de peso. Como punto de referencia, el cemento se mantiene en 1.00 bol. Por cada unidad de peso de cemento, se necesitan 122.73 kg de agregado fino y 106.30 kg de agregado grueso. La cantidad de agua requerida es de 18.11 litros por unidad de peso de cemento, y esto también se aplica en términos de volumen. Además, 177.083 ml de SikaCem Plastificante y 2.125 kg de cal viva son necesarios por unidad de peso de cemento y también por bol. para completar la mezcla. Estas proporciones ajustadas por humedad son esenciales para garantizar que la mezcla de concreto tenga las características deseadas en términos de resistencia y trabajabilidad, teniendo en cuenta la influencia de la humedad en los materiales (véase tabla 10).

**Diseño de mezcla concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> – PSCV-10**

Se abordó el diseño de un concreto con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, en el cual se incorporaron un 0.5% de plastificante SikaCem y un 10% de cal viva en proporción al peso del cemento. La selección de estas proporciones y aditivos específicos se basó en las propiedades deseadas para el concreto y en el conocimiento de cómo estos aditivos interactúan con los componentes del concreto para lograr estos objetivos.

**Tabla 11. Valores de diseño – PSCV-10**

Material	Proporciones de mezcla de diseño
	En peso
Cemento	1.00 (bol.)
Agregado fino	115.74 (kg/bol.)
Agregado grueso	100.24 (kg/bol.)
Agua	18.43 (litros/bol.)
SikaCem plastificante	177.083 (ml/bol.)
Cal viva	4.250 (kg/bol.)

Fuente: Elaboración propia

La tabla presenta las proporciones de diseño en seco para la mezcla de concreto PSCV-10, expresada en términos de peso. Para cada unidad de peso de cemento, se necesitan 115.74 kg de agregado fino y 100.24 kg de agregado grueso. La cantidad de agua requerida es de 18.43 litros por unidad de peso de cemento y se mantiene igual en términos de volumen. Además, 177.083 ml de SikaCem Plastificante y 4.250 kg de cal viva son necesarios por unidad de peso de cemento, y estos valores también se aplican en términos de volumen. Estas proporciones corregidas por humedad se utilizan para preparar la mezcla de

concreto PSCV-10, teniendo en cuenta la cantidad de agua presente debido a la humedad en los agregados. Esto garantiza una mezcla precisa y controlada que cumple con los requisitos de resistencia y trabajabilidad del concreto (véase tabla 11).

### **Diseño de mezcla concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> – PSCV-15**

El enfoque se centró en el diseño de un concreto con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, incorporando intencionalmente un 0.5% de plastificante SikaCem y un 15% de cal viva en relación al peso del cemento. Esta combinación de ingredientes se diseñó con el propósito de lograr una resistencia específica y características de durabilidad deseadas en el concreto, considerando la influencia del plastificante SikaCem y la cal viva en la mezcla para alcanzar los objetivos de rendimiento del material.

**Tabla 12.** *Valores de diseño – PSCV-15*

Material	Proporciones de mezcla de diseño
	En peso
Cemento	1.00 (bol.)
Agregado fino	109.16 (kg/bol.)
Agregado grueso	94.54 (kg/bol.)
Agua	18.74 (litros/bol.)
SikaCem plastificante	177.083 (ml/bol.)
Cal viva	6.375 (kg/bol.)

Fuente: Elaboración propia

La tabla muestra las proporciones de diseño en seco para la mezcla de concreto PSCV-15, en términos de peso. Para cada unidad de peso de cemento, se requieren 109.16 kg de agregado fino y 94.54 kg de agregado grueso. La cantidad de agua necesaria se ajusta a 18.74 litros por unidad de peso de cemento y se mantiene igual en términos de volumen. Además, se necesitan 177.083 ml de SikaCem Plastificante y 6.375 kg de cal viva por unidad de peso de cemento, y estos valores también se aplican en términos de volumen. Estas proporciones corregidas por humedad tienen en cuenta el contenido de agua en los agregados y se utilizan en la preparación de la mezcla de concreto PSCV-15 en condiciones de laboratorio (véase tabla 12).

### **Curado en poza**

El curado en poza de las probetas se utilizó para evaluar el comportamiento del concreto en un ambiente sin agentes agresivos. Consiste en sumergir las probetas en agua durante un tiempo especificado para proporcionar

las condiciones ideales de humedad y temperatura. Esto promueve la hidratación continua del cemento y permite evaluar la resistencia y durabilidad del concreto. Es un método de curado que simula condiciones ideales y ayuda a determinar las propiedades del concreto en un entorno controlado.

### **Curado en sulfatos**

El proceso de curado de las probetas incluyó la exposición a sulfato de magnesio con una concentración de 10 g/l. Esta solución de sulfato de magnesio se utilizó con el propósito de evaluar la resistencia del concreto frente a la exposición a sulfatos, que son agentes agresivos que pueden comprometer la durabilidad del material. Las probetas se sumergieron en la solución de sulfato de magnesio, lo que permitió analizar cómo el concreto reacciona y se desempeña cuando se encuentra en contacto con sulfatos, un escenario relevante en ciertos entornos, como aquellos que involucran la construcción en suelos o aguas que contienen sulfatos en concentraciones significativas.

### **Curado en ciclos de congelación**

El proceso de curado de las probetas involucró la exposición a ciclos de congelación, en los cuales se alternaron entre temperaturas extremas de  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Este ciclo de temperaturas se llevó a cabo con el propósito de evaluar la resistencia y durabilidad del concreto en condiciones que simulan cambios bruscos de temperatura, como los que pueden ocurrir en entornos sujetos a climas fríos o variaciones estacionales significativas. Durante el proceso, las probetas fueron sometidas a estos ciclos repetidamente a lo largo del tiempo, lo que permitió analizar cómo la exposición a estas condiciones afecta la resistencia del concreto y su capacidad para soportar fluctuaciones de temperatura.

## **4.3. Propiedades de los materiales**

### **Cal viva**

#### **Propiedades químicas**

Cuando se obtiene cal viva, es importante comprender que esta sustancia no consiste únicamente en óxido de calcio puro, sino que puede contener otros materiales y componentes como impurezas, residuos minerales y, en algunos casos, pequeñas cantidades de otros compuestos (véase tabla 13). Es importante tener en cuenta que, aunque la cal viva puede contener estos materiales adicionales, su contenido principal y funcional sigue siendo el óxido

de calcio. La presencia de otros componentes suele ser en cantidades pequeñas y no afecta significativamente su capacidad de reacción química

**Tabla 13. Características químicas de la cal viva**

Material	Porcentaje
CaO Disponible/Útil	$\geq 80\%$
CaO Total	$\geq 87\%$
MgO	0.5% - 0.8%
Pérdidas por calcinación	$< 2.5$
SiO <sub>2</sub>	2.5% - 3.5%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.3%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\leq 0.8\%$
Carbón	0.5%

Fuente: adaptado de Calidra Perú, Ficha técnica cal pulverizada. S.f

### Propiedades físicas

La cal viva obtenida, es un polvo blanco fino (véase tabla 14) con una alta reactividad con el agua, resulta en la formación de hidróxido de calcio (cal apagada), liberando calor en el proceso, por lo cual no debe exponerse a la humedad. Debido a esta reactividad, es fundamental manejar y almacenar la cal viva en condiciones secas y evitar la exposición a la humedad para prevenir la reacción prematura (véase tabla 15).

**Tabla 14. Granulometría de la cal viva**

Malla	% Retenido
#100	3.00%
#200	12.00%
<#200	85.00%

Fuente: adaptado de Calidra Perú, Ficha técnica cal pulverizada. S.f

La cal viva contiene principalmente partículas de tamaño fino, ya que la mayor parte de ella pasa a través de la malla #200, con una cantidad menor de partículas de tamaño mediano y grande que quedan retenidas en las mallas #100 y #200.

**Tabla 15. Reactividad de la cal viva**

Tiempo	Temperatura
Reactividad ( $\Delta^{\circ}T$ ) en 30 segundos	$\geq 14^{\circ}C$
Reactividad ( $\Delta^{\circ}T$ ) en 3 minutos	$\geq 40^{\circ}C$

Fuente: adaptado de Calidra Perú, Ficha técnica cal pulverizada. S.f.

La cal viva demuestra su reactividad al aumentar la temperatura en al menos 14 grados Celsius en un período de 30 segundos. Posterior a esto, este aumento

de temperatura debe ser aún más significativo, alcanzando al menos 40 grados Celsius en un período de 3 minutos.

## Plastificante SikaCem

### Composición

El componente principal del plastificante SikaCem son los lignosulfonatos, aditivos clave en la industria de la construcción que mejoran las propiedades del concreto y el mortero. Según Flatt y Schober (2012) El uso de lignosulfonatos en el concreto tiene ventajas como retrasar el fraguado, reducir la cantidad de agua necesaria y mejorar la trabajabilidad durante la colocación (p. 146). Estos aditivos, derivados de subproductos de la madera y la producción de papel, actuaron como agentes plastificantes, aumentando la trabajabilidad del concreto al reducir la cantidad de agua requerida en la mezcla. Esto facilitó la colocación y manipulación del concreto, mejoró su calidad superficial y contribuyó a una mayor durabilidad al disminuir la porosidad. Además, su origen renovable y biodegradabilidad los convirtieron en una opción respetuosa con el medio ambiente.

#### 4.4. Desarrollo por objetivos

**Objetivo específico 1:** Determinar la influencia de la adición de cal viva y plastificante SikaCem en las propiedades de la mezcla  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco.

### Trabajabilidad



Figura 9. Cono de Abrams

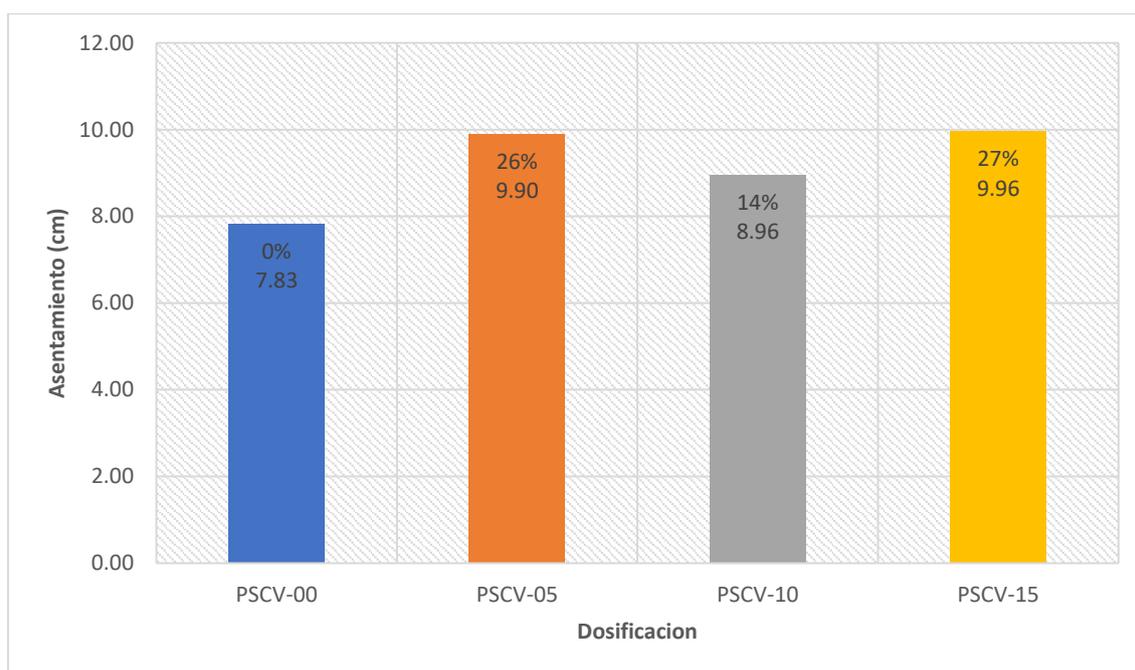


Figura 10. Medición de asentamiento

**Tabla 16. Asentamiento de la mezcla fresca**

Dosificación	Asentamiento					
	Espécimen 1 (cm)	Espécimen 2 (cm)	Espécimen 3 (cm)	Promedio (cm)	Promedio (pulg.)	Porcentaje respecto al patrón (PSCV-00)
PSCV-00	7.80	7.90	7.80	7.83	3.08	0%
PSCV-05	9.90	10.00	9.80	9.90	3.89	26%
PSCV-10	8.90	8.90	9.10	8.96	3.52	14%
PSCV-15	10.10	9.90	9.90	9.96	3.92	27%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 11. Asentamiento de la mezcla fresca**

El ensayo de asentamiento se hizo siguiendo la norma ASTM C143 y se realizó una medición del asentamiento de la mezcla fresca del concreto con diferentes dosificaciones de plastificante y cal viva para determinar su fluidez. En la figura 11 se observa que las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15, muestran un aumento en el asentamiento de 26%, 14% y 27% respectivamente, en comparación con la mezcla de control PSCV-00. Este incremento en el asentamiento se atribuye a la presencia de plastificante SikaCem. Por otro lado, la mezcla PSCV-10 a pesar de presentar la misma cantidad de plastificante solo experimenta un aumento del 14%, el cual podría estar influenciado por diversos factores como la temperatura ambiente o la disposición de los agregados. De acuerdo con las pautas establecidas por ACI 211, el asentamiento necesario para la mezcla debe estar en el rango de 3 a 4 pulgadas, se puede afirmar que todas las mezclas satisfacen este requisito.

## Contenido de aire



Figura 12. Contenido de aire



Figura 13. Olla Washington

Tabla 17. Contenido de aire – Olla Washington

Dosificación	Contenido de aire	Porcentaje respecto al patrón (PSCV-00)
PSCV-00	2.2%	0%
PSCV-05	2.5%	14%
PSCV-10	2.4%	9%
PSCV-15	2.4%	9%

Fuente: Elaboración propia

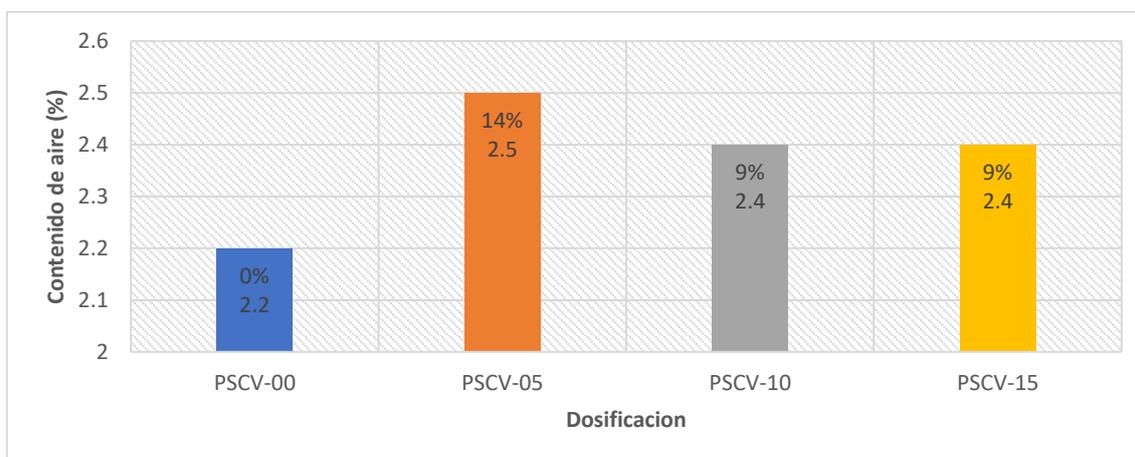


Figura 14. Contenido de aire – Olla Washington

Se realizó el ensayo de contenido de aire en las mezclas de concreto según la norma ASTM C231. En la figura 14 se observa que el contenido de aire de las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 muestran un incremento del 14%, 9% y 9% respectivamente, en comparación con la muestra PSCV-00. Este aumento en el porcentaje de aire en las mezclas se atribuye a la reacción exotérmica que ocurre cuando la cal viva entra en contacto con el agua, generando vapor y, como resultado, un aumento en el contenido de aire en la mezcla fresca.

**Objetivo específico 2:** Determinar la influencia de la adición de cal viva y plastificante SikaCem en las propiedades de la mezcla  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en estado endurecido.

### **Resistencia a la compresión - Curado en poza**

En esta sección, se realizó un análisis de la resistencia a la compresión de muestras de concreto que se han elaborado siguiendo las directrices de la norma ASTM C39. Estas muestras se han sometido a diferentes períodos de curado, específicamente a edades de 7, 14 y 28 días. El proceso de curado se llevó a cabo mediante la inmersión de las muestras en agua, siguiendo procedimientos rigurosos para garantizar la consistencia y reproducibilidad de las condiciones de curado. Además, estas muestras se han fabricado utilizando distintas proporciones de plastificante SikaCem y cal viva como aditivos en el concreto. El objetivo es analizar cómo la combinación de estos aditivos y el tiempo de curado afecta la resistencia a la compresión del concreto. Los resultados de este análisis contribuirán a una comprensión más profunda de los factores que inciden en la resistencia del concreto y su aplicabilidad en la industria de la construcción.



*Figura 15. Rotura de probetas*

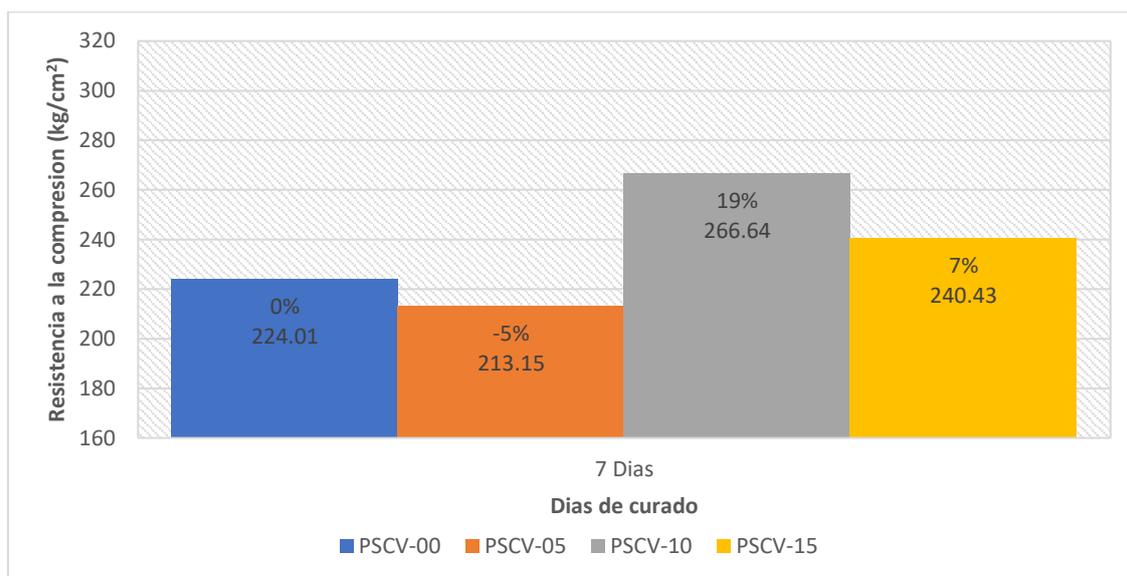


*Figura 16. Probetas*

**Tabla 18. Resistencia a la compresión curado en poza – 7 días**

Denominación	Edad (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje respecto al patrón (PSCV-00)
PSCV-00	7	224.22	224.01	0%
		227.29		
		220.53		
PSCV-05		215.81	213.15	-5%
		209.07		
		214.56		
PSCV-10		268.78	266.64	19%
		262.03		
		269.10		
PSCV-15		241.14	240.43	7%
		238.73		
		241.41		

Fuente: Elaboración propia



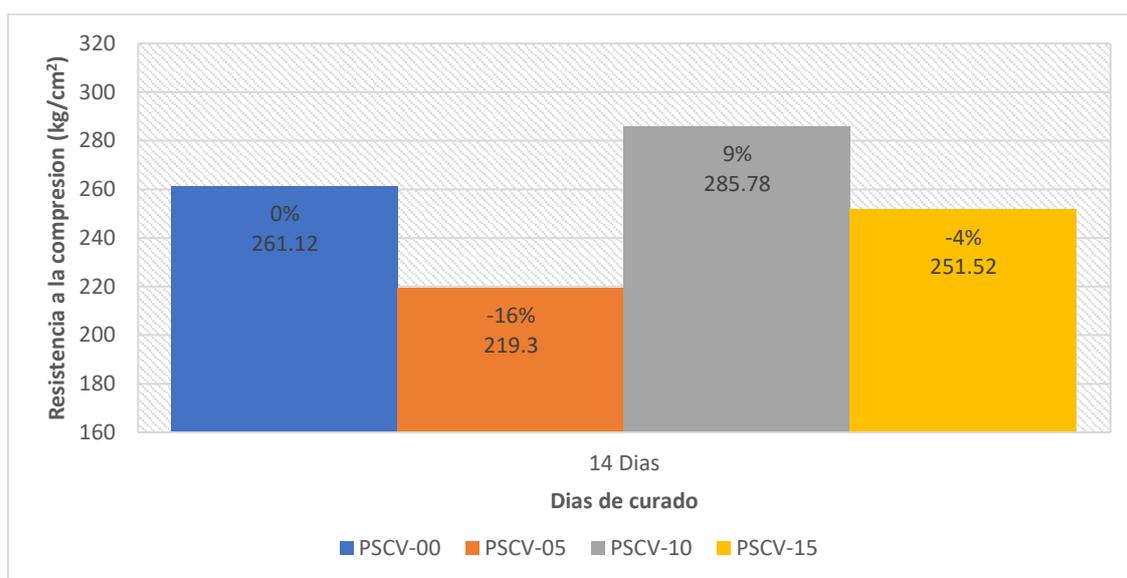
**Figura 17. Resistencia a la compresión curado en poza – 7 días**

La figura 17 muestra las variaciones en la resistencia del concreto a los 7 días en comparación con la mezcla de control, PSCV-00. Las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 se observa una variación de -5%, 19% y 7% respectivamente. En PSCV-05, se registra una disminución en la resistencia, sugiriendo una reducción en la resistencia debido a la adición de cal viva y plastificante, mientras que PSCV-10 y PSCV-15 muestran un aumento significativo en la resistencia, Todos los valores cumplen con los requisitos de la normativa NTP 339.034, que establece una variabilidad máxima del 10.6% en las resistencias, por lo que no se excluye ningún valor.

**Tabla 19. Resistencia a la compresión curado en poza – 14 días**

Denominación	Edad (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje respecto al patrón (PSCV-00)
PSCV-00	14	261.65	261.12	0%
		258.47		
		263.24		
PSCV-05		219.38	219.30	-16%
		220.67		
		217.85		
PSCV-10		288.90	285.78	9%
		281.49		
		286.95		
PSCV-15		253.63	251.52	-4%
		251.50		
		249.43		

Fuente: Elaboración propia



**Figura 18. Resistencia a la compresión curado en poza – 14 días**

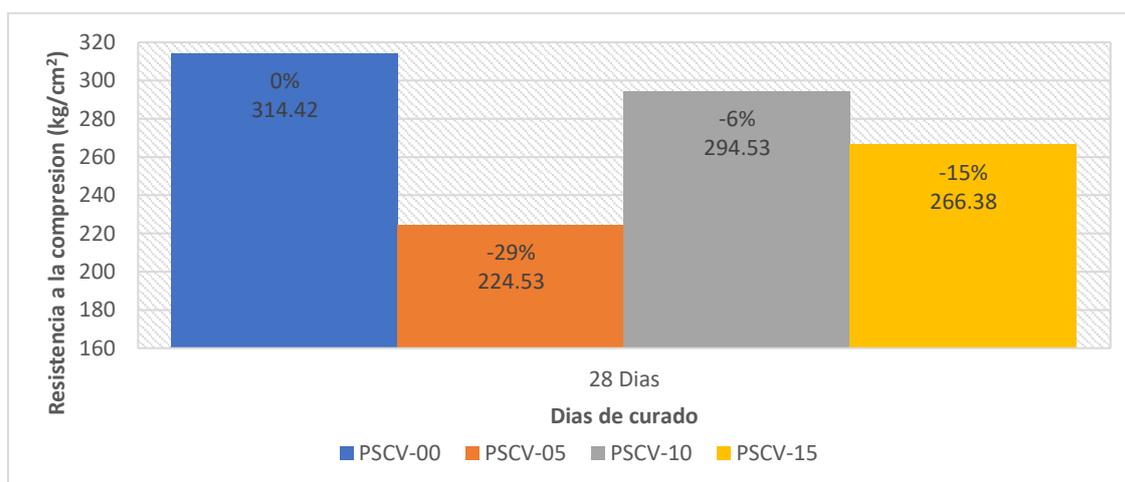
La figura 18 muestra cambios en la resistencia del concreto a los 14 días en comparación con la mezcla PSCV-00. Las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 muestran una variación en la resistencia de -16%, 9% y -4% respectivamente. Se observa un descenso en las mezclas PSCV-05 y PSCV-15 y la mezcla muestra un aumento en la resistencia. Estos cambios en las mezclas sugieren que una proporción excesiva de cal viva puede afectar negativamente la resistencia del concreto. Todos los valores cumplen con los requisitos de la normativa NTP 339.034, que establece una variabilidad máxima del 10.6% en las resistencias, por lo que no se excluye ningún valor.

**Tabla 20.** Resistencia a la compresión curado en poza – 28 días

Denominación	Edad (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje respecto al patrón (PSCV-00)
PSCV-00	28	316.02	314.42	0%
		312.96		
		314.28		
PSCV-05		221.67	224.53	-29%
		225.75		
		226.17		
PSCV-10		268.02*	294.53	-6%
		294.31		
		294.75		
PSCV-15		264.11	266.38	-15%
		267.13		
		267.89		

Nota: \*la probeta se considera fallida por lo tanto el valor se descarta para el promedio.

Fuente: Elaboración propia



**Figura 19.** Resistencia a la compresión curado en poza – 28 días

La figura 19 compara varias mezclas de concreto con la mezcla de control, PSCV-00 en la etapa de 28 días. Se observa que las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 presentan una disminución en la resistencia del -29%, -6% y -15% respectivamente. PSCV-10 destaca al presentar la menor pérdida de resistencia, ya que la cal viva sin activar en el concreto rellena grietas con el tiempo y compensa la pérdida de resistencia, provocado por la reducción de proporción de cemento en la mezcla, cuando la proporción de cal viva aumenta o baja de este punto la resistencia se ve perjudicada. Es relevante mencionar que un valor en PSCV-10 no cumple con la normativa NTP 339.034 (10.6% de variabilidad) y se excluye del cálculo promedio.

## Resistencia a la compresión - Curado en sulfatos

En esta sección, se realizó una evaluación de la resistencia a la compresión del concreto mediante el uso de probetas con diferentes concentraciones de cal viva y plastificante SikaCem fabricadas según la norma ASTM C39. Estas probetas fueron sometidas a la acción de sulfatos, específicamente sulfato de magnesio, en una concentración de 10 g/l, dentro de un entorno de inmersión. El objetivo de esta evaluación era determinar cómo la presencia de sulfato de magnesio afecta la resistencia a la compresión del concreto en diferentes intervalos de tiempo de maduración. Se seleccionaron tres periodos de maduración 7, 14 y 28 días, para evaluar el comportamiento del concreto con el paso del tiempo. Después de cada periodo de maduración, las probetas fueron retiradas de la solución de sulfato de magnesio y se llevaron a cabo pruebas de resistencia a la compresión. Estas pruebas consistieron en aplicar una carga gradualmente creciente sobre las probetas hasta que se produjera su fractura. La resistencia a la compresión se determinó registrando la carga máxima soportada por las probetas antes de su fractura. Estos resultados son importantes para comprender el desempeño del concreto en ambientes donde existe exposición a sulfatos, lo que puede ser relevante en aplicaciones de construcción y estructuras expuestas a condiciones adversas.



Figura 20. Curado en sulfatos

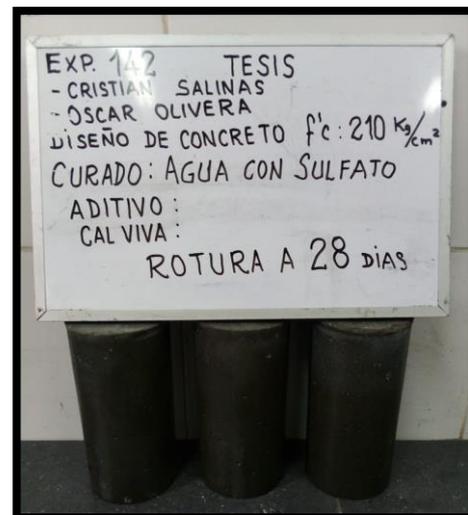
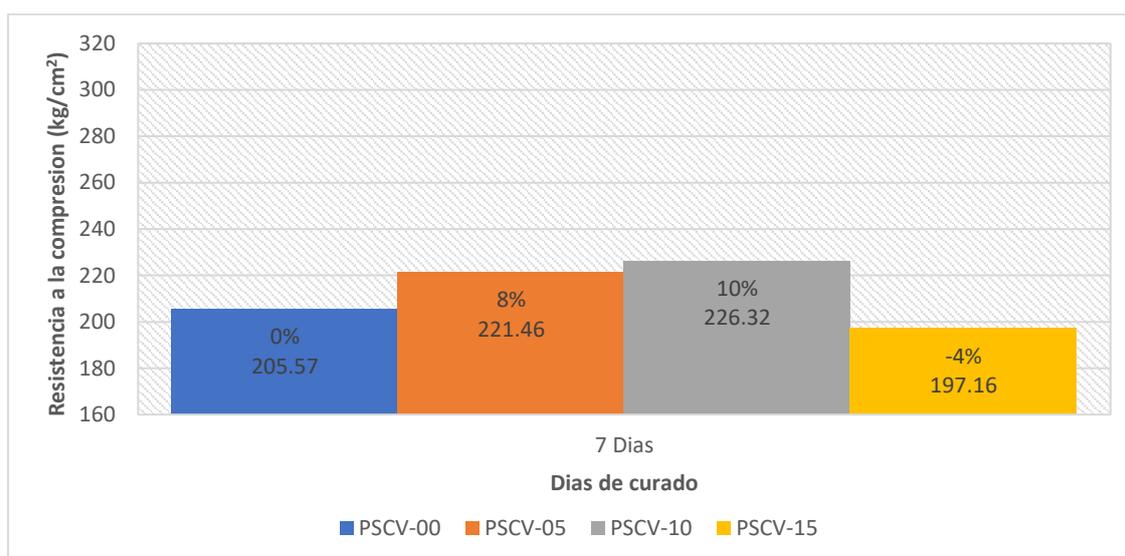


Figura 21. Probeta en sulfatos

**Tabla 21.** Resistencia a la compresión curado en sulfatos – 7 días

Denominación	Edad (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje respecto al patrón (PSCV-00)
PSCV-00	7	205.57	205.57	0%
		209.32		
		201.81		
PSCV-05		222.56	221.46	8%
		214.56		
		227.27		
PSCV-10		226.38	226.32	10%
		231.03		
		221.54		
PSCV-15	197.35	197.16	-4%	
	199.95			
	194.17			

Fuente: Elaboración propia



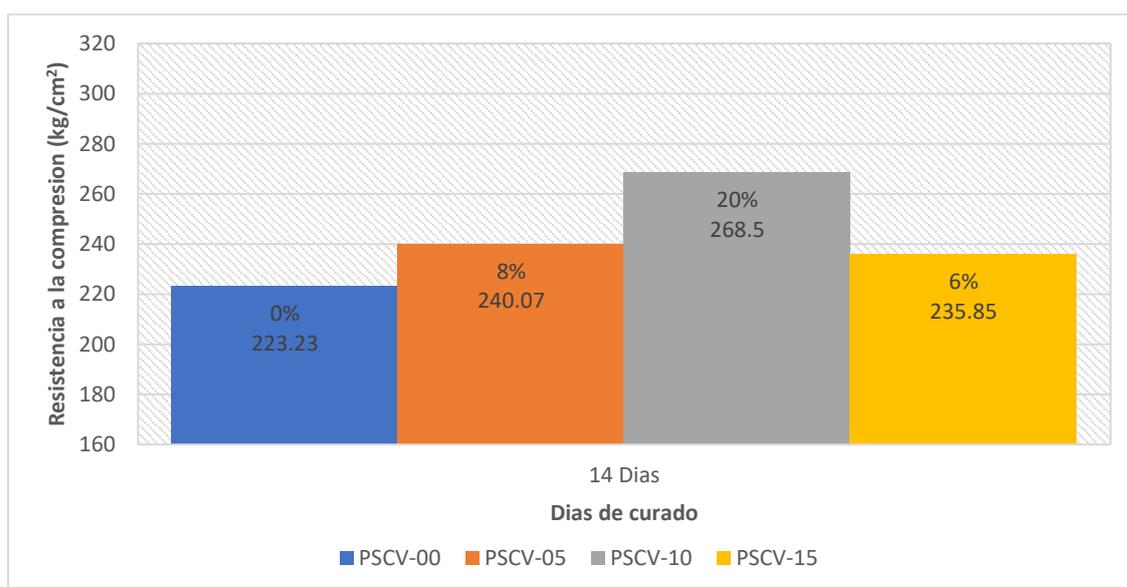
**Figura 22.** Resistencia a la compresión curado en sulfatos – 7 días

La Figura 22 presenta una comparación de diferentes mezclas de concreto expuestas a sulfatos a los 7 días, en relación con la mezcla de control PSCV-00. Se puede observar que las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 experimentan una variación del 8%, 10% y -4% respectivamente. Es notable el rendimiento de la mezcla PSCV-10, seguida de la mezcla PSCV-05, mientras que la mezcla PSCV-15 muestra una disminución. Es relevante señalar que todos los resultados cumplen con los requisitos de la norma NTP 339.034, que establece un límite máximo de variabilidad del 10.6% en las resistencias, por lo que no se descarta ningún resultado.

**Tabla 22. Resistencia a la compresión curado en sulfatos – 14 días**

Denominación	Edad (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje respecto al patrón (PSCV-00)
PSCV-00	14	224.47	223.13	0%
		226.04		
		218.87		
PSCV-05		240.14	240.07	8%
		238.27		
		241.79		
PSCV-10		269.42	268.50	20%
		265.98		
		270.10		
PSCV-15		236.44	235.82	6%
		234.15		
		236.95		

Fuente: Elaboración propia



**Figura 23. Resistencia a la compresión curado en sulfatos – 14 días**

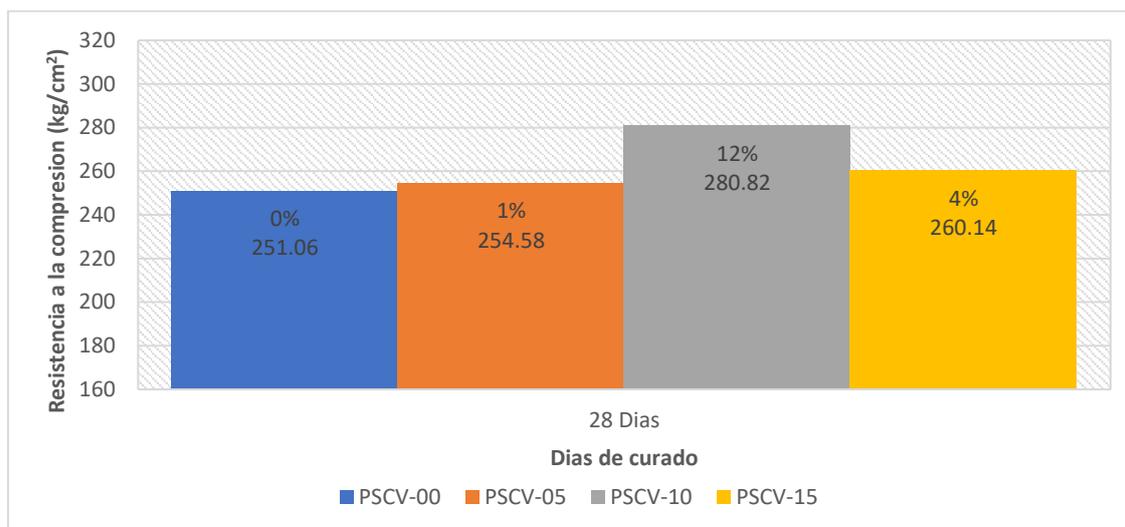
En la figura 23, se observa la evolución de la resistencia del concreto a los 14 días bajo exposición a sulfatos. Se observa que las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 muestran un aumento del 8%, 20% y 6% respectivamente. Esto sugiere que, mediante la adecuada combinación de ingredientes y proporciones, es factible desarrollar mezclas de concretos resistentes a los efectos adversos de los sulfatos. Es importante mencionar que todos los valores cumplen con los requisitos de la normativa NTP 339.034, que establece una variabilidad máxima del 10.6% en las resistencias, por lo que no se excluye ningún dato.

**Tabla 23. Resistencia a la compresión curado en sulfatos – 28 días**

Denominación	Edad (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje respecto al patrón (PSCV-00)
PSCV-00	28	250.88	251.06	0%
		252.99		
		249.30		
PSCV-05		251.13	254.58	1%
		259.49		
		253.12		
PSCV-10		256.87*	280.82	12%
		281.90		
		279.73		
PSCV-15		261.36	260.14	4%
		256.69		
		262.36		

Nota: \*la probeta se considera fallida por lo tanto el valor se descarta para el promedio.

Fuente: Elaboración propia



**Figura 24. Resistencia a la compresión curado en sulfatos – 28 días**

En la figura 24 se observa la evolución de las diversas mezclas de concreto expuesto a sulfatos en relación con la mezcla de control PSCV-00 a los 28 días. Las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 muestran un aumento en la resistencia del 1%, 12% y 4% respectivamente. La cal viva sin activar retenido en el concreto pudo activarse debido a las microgrietas generadas por la exposición a sulfatos, lo que resultó en su relleno y contribuyó a este incremento en la resistencia. Es relevante mencionar que uno de los valores en la mezcla PSCV-10 no cumple con el porcentaje de variabilidad especificado por la normativa NTP 339.034 (10.6%) y, por lo tanto, se excluye del cálculo promedio.

## Resistencia a la compresión - Ciclos de congelación

En esta sección, se llevó a cabo un análisis completo de la resistencia a la compresión del concreto utilizando probetas preparadas según las directrices establecidas en la norma ASTM C39. Este análisis se realizó con el objetivo de evaluar cómo diferentes variables afectan la resistencia del concreto a ciclos repetitivos de congelación y descongelación en ambientes con temperaturas extremas. Para llevar a cabo el estudio, se utilizaron probetas de concreto que fueron curadas durante diferentes períodos de tiempo 7, 14 y 28 días. Durante el estudio, las probetas de concreto fueron sometidas a ciclos repetitivos de congelación y descongelación en ambientes con temperaturas controladas de -15 °C y 20 °C, respectivamente. Estas condiciones de exposición simulaban situaciones de clima frío, donde el concreto puede estar expuesto a temperaturas extremas y cambios bruscos de temperatura. Además del curado, se consideraron variables adicionales la proporción de plastificante SikaCem y la presencia de cal viva en el conjunto de muestras analizadas. Estas variables fueron seleccionadas debido a su potencial influencia en las propiedades del concreto, incluyendo la resistencia a la compresión. Al finalizar el análisis, se obtuvo una comprensión detallada de cómo estas variables influyen en la resistencia a la compresión del concreto en condiciones de exposición a ciclos de congelación y descongelación. Esto proporciona una visión completa del desempeño y comportamiento del concreto a lo largo del tiempo, lo cual es fundamental para garantizar su durabilidad y resistencia en ambientes adversos.



Figura 25. Probetas congeladas

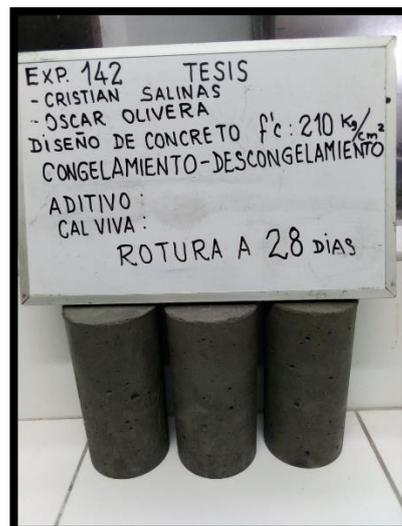
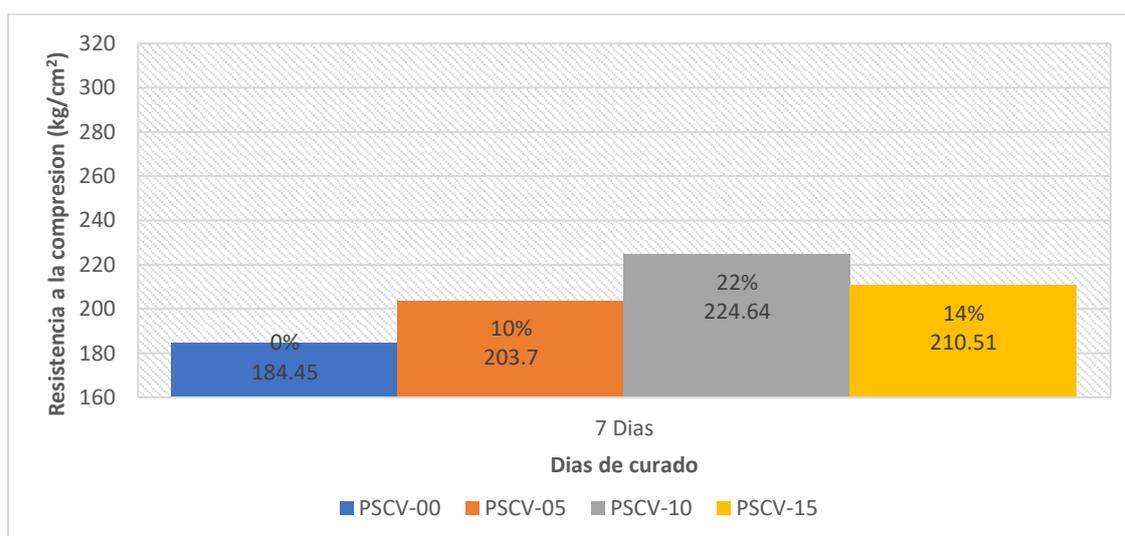


Figura 26. Probetas descongeladas

**Tabla 24.** Resistencia a la compresión en ciclos de congelación – 7 días

Denominación	Edad (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje respecto al patrón (PSCV-00)
PSCV-00	7	185.35	184.45	0%
		185.51		
		182.48		
PSCV-05		202.58	203.70	10%
		202.32		
		206.19		
PSCV-10		226.64	224.64	22%
		225.36		
		221.93		
PSCV-15		209.70	210.51	14%
		215.06		
		206.77		

Fuente: Elaboración propia



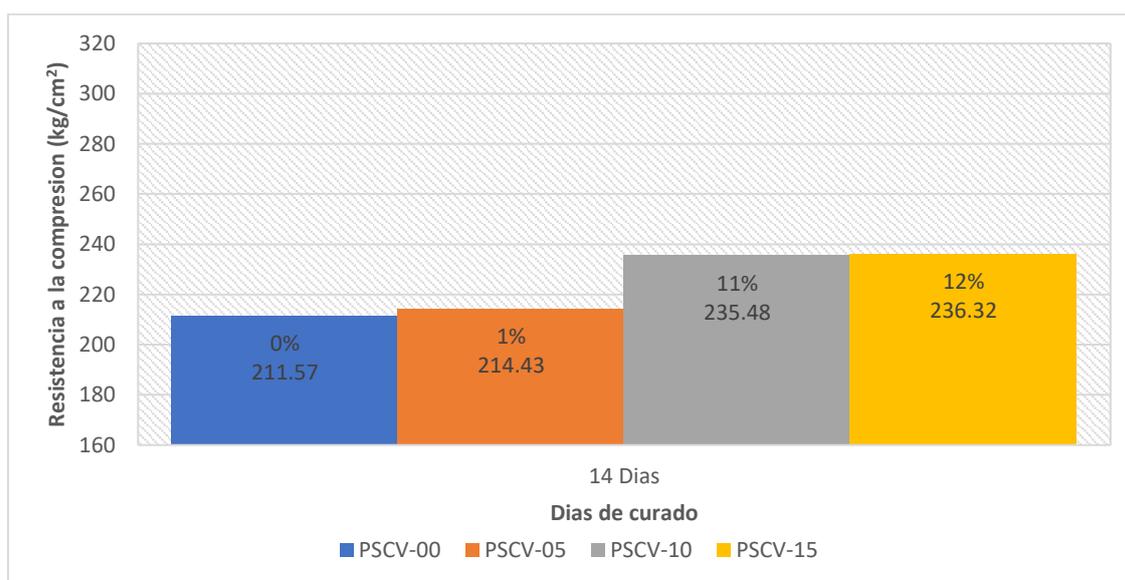
**Figura 27.** Resistencia a la compresión en ciclos de congelación – 7 días

En la figura 27 se observa la evolución de las diversas mezclas de concreto sometido a ciclos de congelación en relación con la mezcla de control PSCV-00 a los 7 días. Las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 mostraron un aumento en la resistencia de 10%, 22% y 14% respectivamente. Se observa como la mezcla PSCV-10 destaca de entre las demás, lo que sugiere que esta es la mezcla más óptima. Es importante destacar que todos estos valores cumplen con los estándares de la normativa NTP 339.034, que establece una variabilidad máxima del 10.6% en las resistencias, por lo que no se excluye ninguno de los resultados.

**Tabla 25. Resistencia a la compresión en ciclos de congelación – 14 días**

Denominación	Edad (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje respecto al patrón (PSCV-00)
PSCV-00	14	214.16	211.57	0%
		215.05		
		205.50		
PSCV-05		214.41	214.43	1%
		218.55		
		210.34		
PSCV-10		236.44	235.48	11%
		231.60		
		238.40		
PSCV-15		238.35	236.32	12%
		231.09		
		239.52		

Fuente: Elaboración propia



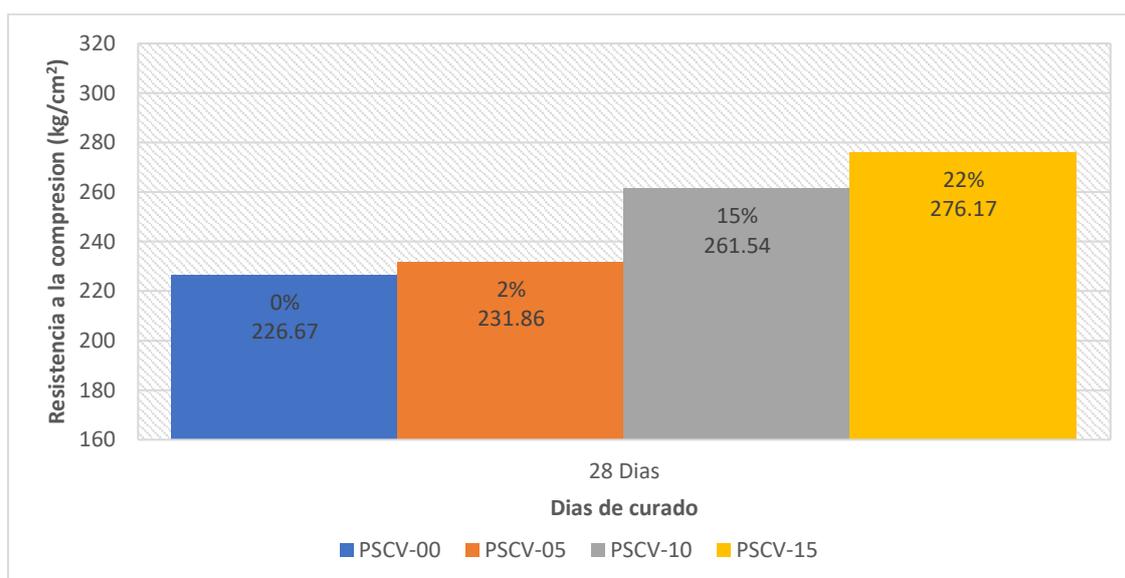
**Figura 28. Resistencia a la compresión en ciclos de congelación – 14 días**

En la figura 28, se evidencia la variación en las resistencias a los 14 días sometidas a ciclos de congelación, utilizando como referencia la mezcla PSCV-00. Las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 muestran un aumento en la resistencia de 1%, 11% y 12% respectivamente. Esto indica que la inclusión de cal viva y plastificante en estas mezclas ha contribuido a mantener su resistencia en condiciones de congelación. Importante destacar que todos los valores cumplen con los estándares de la normativa NTP 339.034, que establece una variabilidad máxima del 10.6% en las resistencias, por lo que ninguno de los valores se excluye.

**Tabla 26.** Resistencia a la compresión en ciclos de congelación – 28 días

Denominación	Edad (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje respecto al patrón (PSCV-00)
PSCV-00	28	227.54	226.67	0%
		223.84		
		228.67		
PSCV-05		234.65	231.86	2%
		229.06		
		231.86		
PSCV-10		258.72	261.54	15%
		263.86		
		262.03		
PSCV-15		278.59	276.17	22%
		275.66		
		274.26		

Fuente: Elaboración propia



**Figura 29.** Resistencia a la compresión en ciclos de congelación – 28 días

La figura 29 representa la evolución de todas las mezclas de concreto a los 28 días en comparación con la muestra de control, PSCV-00. Las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 muestran un aumento de la resistencia del 2%, 15% y 22% respectivamente. A pesar de los ciclos de congelación y descongelación, que normalmente debilitan el concreto, las mezclas con cal viva demuestran una notable mejora en la resistencia al rellenar grietas y contrarrestar los efectos adversos de estos ciclos. Importante destacar que todos los valores cumplen con los requisitos de la normativa NTP 339.034, que establece una variabilidad máxima del 10.6% en las resistencias, por lo que no se excluye ningún valor.

## Porosidad

### Cantidad de vacíos – curado en poza

En esta sección del estudio, se llevó a cabo una evaluación exhaustiva de la cantidad de poros presentes en las muestras de concreto que fueron sometidas a un proceso de curado en una poza, siguiendo las pautas establecidas por la norma ASTM C 642. Este procedimiento tiene como objetivo determinar y cuantificar la presencia de poros en el interior de las muestras de concreto, lo cual es un factor crítico para comprender la calidad y durabilidad del material. La información recopilada en esta evaluación proporciona una visión detallada de la porosidad del concreto y su influencia en sus propiedades físicas y mecánicas.



Figura 30. Secado en el horno

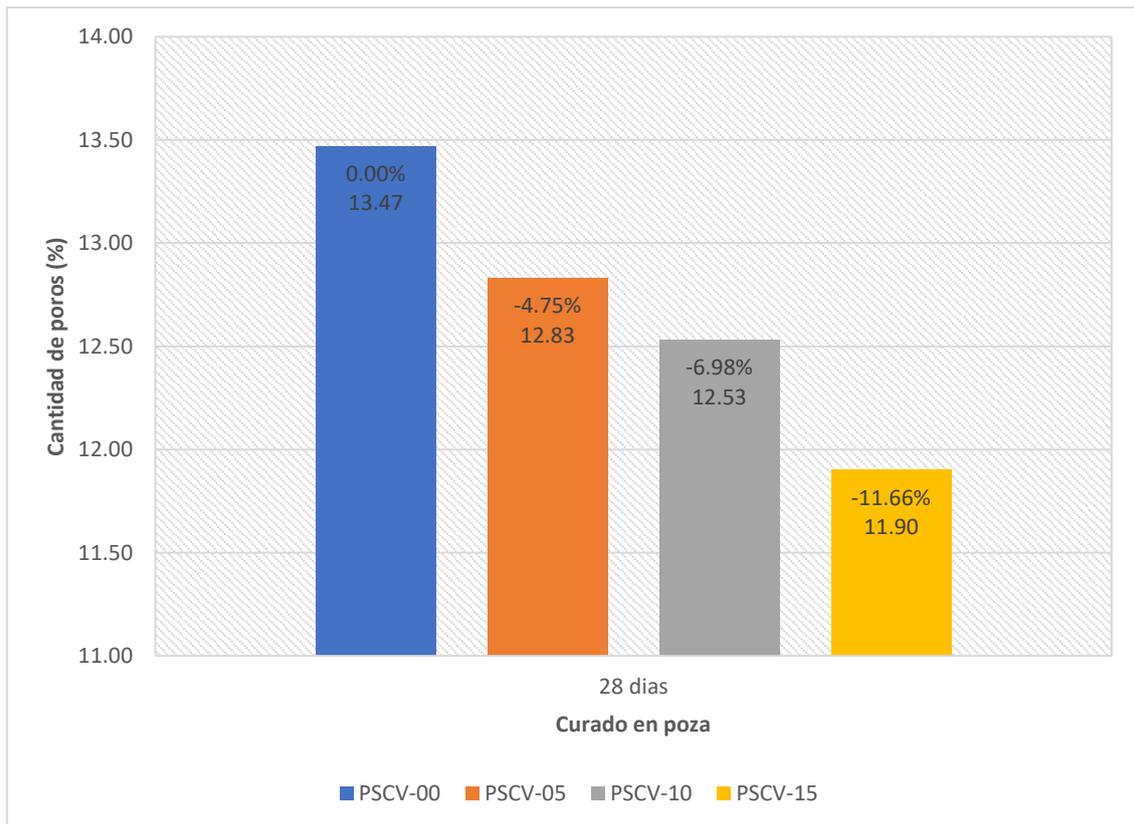


Figura 31. Saturado en agua

Tabla 27. Porosidad del concreto – curado en poza

Dosificación	Denominación	Edad	Cantidad de poros (%)	Promedio	Porcentaje respecto al patrón (PSCV-00)
PSCV-00	Molde 1	28	13.70	13.47%	0%
	Molde 2		13.20		
	Molde 3		13.50		
PSCV-05	Molde 1		12.90	12.83%	-4.75%
	Molde 2		12.80		
	Molde 3		12.80		
PSCV-10	Molde 1		12.50	12.53%	-6.98%
	Molde 2		12.70		
	Molde 3		12.40		
PSCV-15	Molde 1	11.90	11.90%	-11.66%	
	Molde 2	12.00			
	Molde 3	11.80			

Fuente: Elaboración propia



*Figura 32. Cantidad de poros – curado en poza*

La Figura 32 proporciona una evaluación detallada de la cantidad de poros en el concreto a los 28 días de curado, tomando como punto de referencia la mezcla PSCV-00, que tiene la mayor porosidad. En este análisis, se observa una notable disminución en la cantidad de poros en las mezclas que contenían cal viva en comparación con la mezcla de control PSCV-00. En el caso de la mezcla PSCV-05, la cantidad de poros disminuyó en un 4.75%. La mezcla PSCV-10 redujo sus vacíos en un 6.98%, el resultado más notorio se observó en la mezcla PSCV-15, que logró reducir la cantidad de poros en un sorprendente 11.66%. Esto resalta la eficacia de la cal viva en la optimización de la estructura de poros internos del concreto. La presencia de cal viva permite que, a medida que se forman grietas en el concreto, estas fisuras se activen y se llenen, reduciendo así significativamente la cantidad de vacíos. Estos resultados destacan la eficacia de la cal viva en la optimización de la estructura de poros internos del concreto, esto puede tener implicaciones significativas para la construcción y otras aplicaciones donde se utiliza el concreto.

## Cantidad de vacíos – curado en curado en sulfatos

En esta sección del estudio, se realizó una evaluación minuciosa de la cantidad de poros presentes en las muestras de concreto que fueron sometidas a un proceso de curado en sulfatos, siguiendo rigurosamente las pautas establecidas por la norma ASTM C 642. El propósito de este procedimiento es identificar y medir de manera precisa la existencia de poros en el interior de las muestras de concreto, un aspecto esencial para comprender la calidad y resistencia del material. Los datos obtenidos en este análisis ofrecen una comprensión minuciosa de la porosidad del concreto y cómo esta incide en sus características físicas y mecánicas.

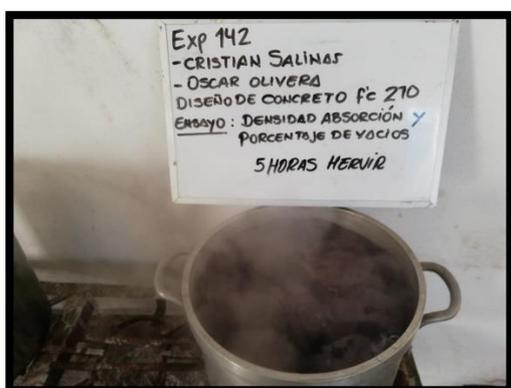


Figura 33. Moldes hervidos

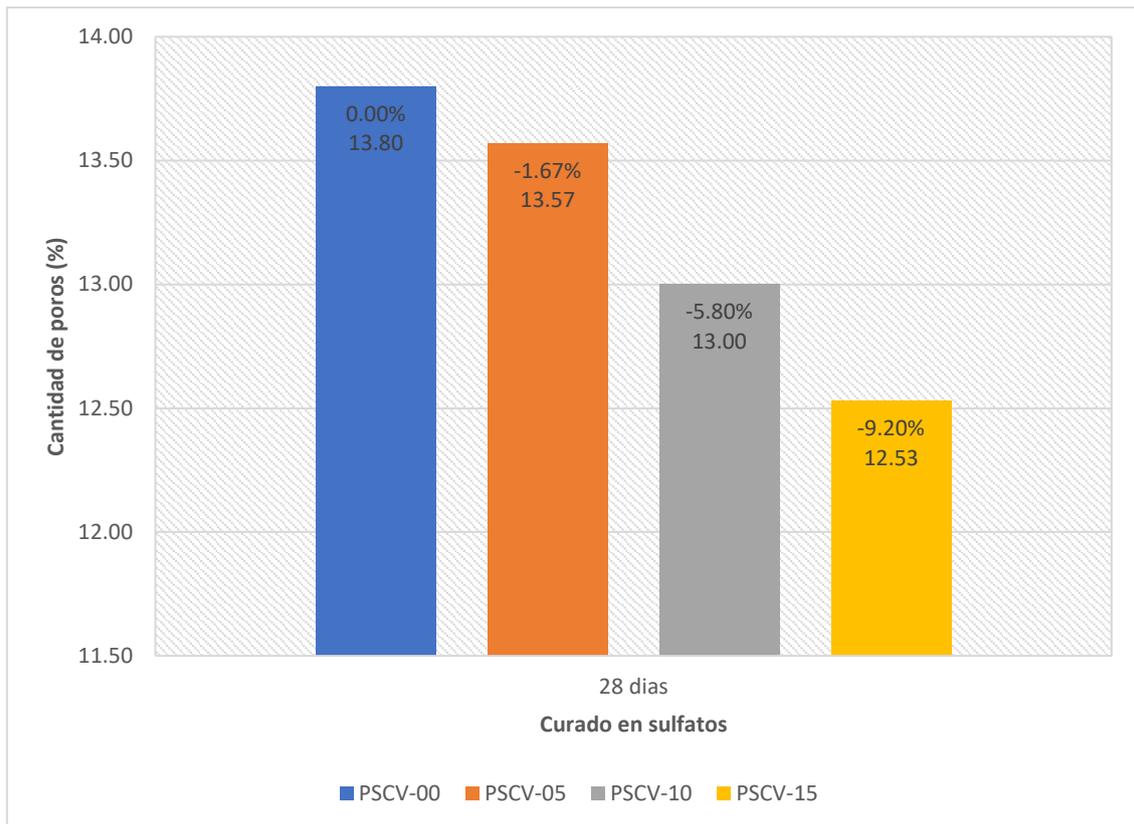


Figura 34. Pesado de moldes

Tabla 28. Porosidad del concreto – curado en sulfatos

Dosificación	Denominación	Edad	Cantidad de poros (%)	Promedio	Porcentaje respecto al patrón (PSCV-00)
PSCV-00	Molde 1	28	13.50	13.80%	0%
	Molde 2		14.10		
	Molde 3		13.80		
PSCV-05	Molde 1		13.40	13.57%	-1.67%
	Molde 2		13.60		
	Molde 3		13.70		
PSCV-10	Molde 1		13.00	13.00%	-5.8%
	Molde 2		12.80		
	Molde 3		13.20		
PSCV-15	Molde 1		12.60	12.53%	-9.2%
	Molde 2		12.50		
	Molde 3		12.50		

Fuente: Elaboración propia



*Figura 35. Cantidad de poros – curado en sulfatos*

La Figura 35 ofrece un análisis minucioso de la cantidad de poros en el concreto después de 28 días de curado en sulfato de magnesio, utilizando como punto de referencia la mezcla PSCV-00, que presenta la porosidad más alta. En esta evaluación, se aprecia una marcada reducción en la cantidad de poros en las mezclas que incorporaron cal viva en comparación con la mezcla de control PSCV-00. En el caso de la mezcla PSCV-05, la cantidad de poros disminuyó en un 1.67%. La mezcla PSCV-10 redujo sus cavidades en un 5.8%, y el resultado más destacado se observó en la mezcla PSCV-15, que logró reducir la cantidad de poros de manera sorprendente en un 9.2%. Esto subraya la efectividad de la cal viva en la mejora de la estructura de poros internos del concreto. La presencia de cal viva posibilita que, a medida que se forman grietas en el concreto, estas fisuras se activen y se rellenen, resultando en una reducción significativa de los espacios vacíos. Estos descubrimientos sugieren que la adición de cal viva no solo fortalece la resistencia del concreto, sino que también optimiza su durabilidad al disminuir la porosidad, esto hace que la cal viva sea un aditivo valioso en la industria de la construcción.

## Cantidad de vacíos – ciclos de congelación

En esta parte del estudio, se llevó a cabo una exhaustiva evaluación de la cantidad de poros que se encuentran en las muestras de concreto sometidas a ciclos de congelación, siguiendo de manera precisa las directrices estipuladas por la norma ASTM C 642. El objetivo fundamental de este procedimiento es detectar y cuantificar con precisión la presencia de poros en el interior de las muestras de concreto, un factor esencial para comprender la calidad y la resistencia del material. Los resultados obtenidos en este análisis proporcionan una comprensión detallada de la porosidad del concreto y cómo esta afecta sus propiedades físicas y mecánicas.



Figura 36. Pesado de moldes

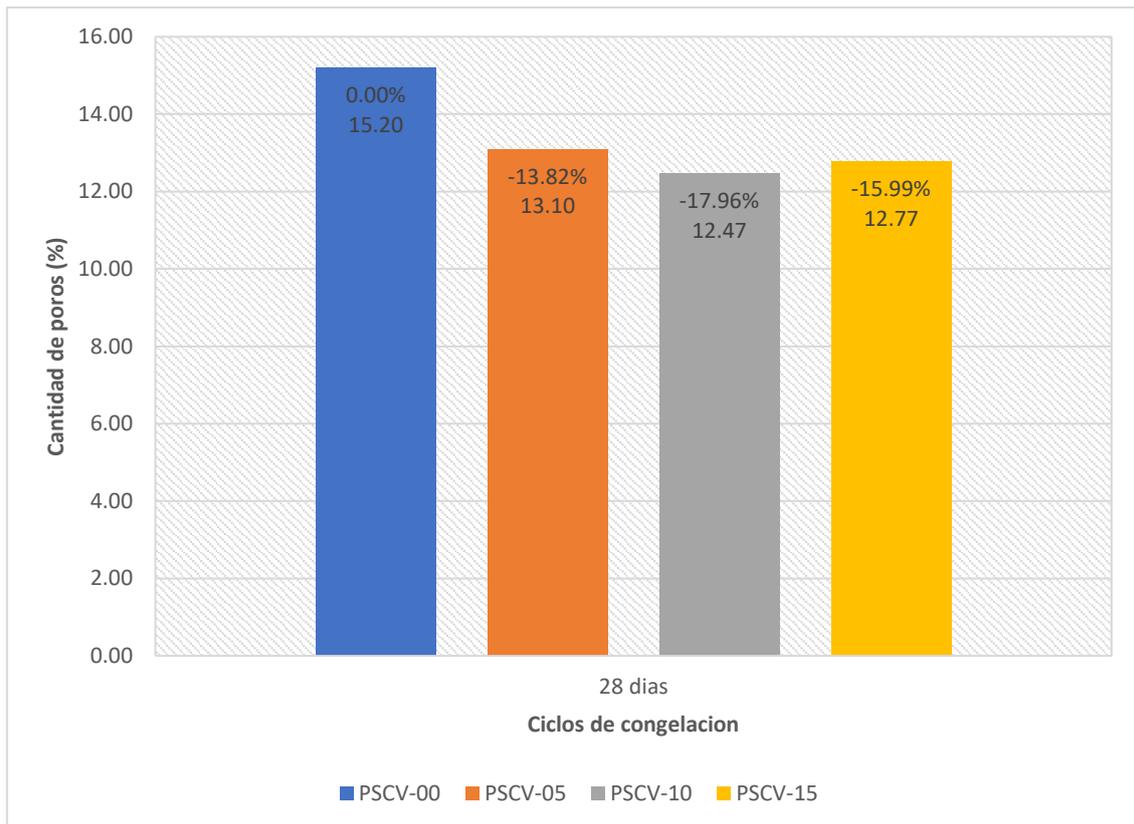


Figura 37. Secado de moldes

Tabla 29. Porosidad del concreto – ciclos de congelación

Dosificación	Denominación	Edad	Cantidad de poros (%)	Promedio	Porcentaje respecto al patrón (PSCV-00)
PSCV-00	Molde 1	28	15.20	15.20%	0%
	Molde 2		15.50		
	Molde 3		14.90		
PSCV-05	Molde 1		13.00	13.10%	-13.82%
	Molde 2		13.20		
	Molde 3		13.10		
PSCV-10	Molde 1		12.50	12.47%	-17.96%
	Molde 2		12.20		
	Molde 3		12.70		
PSCV-15	Molde 1		12.70	12.77%	-15.99%
	Molde 2		12.90		
	Molde 3		12.70		

Fuente: Elaboración propia



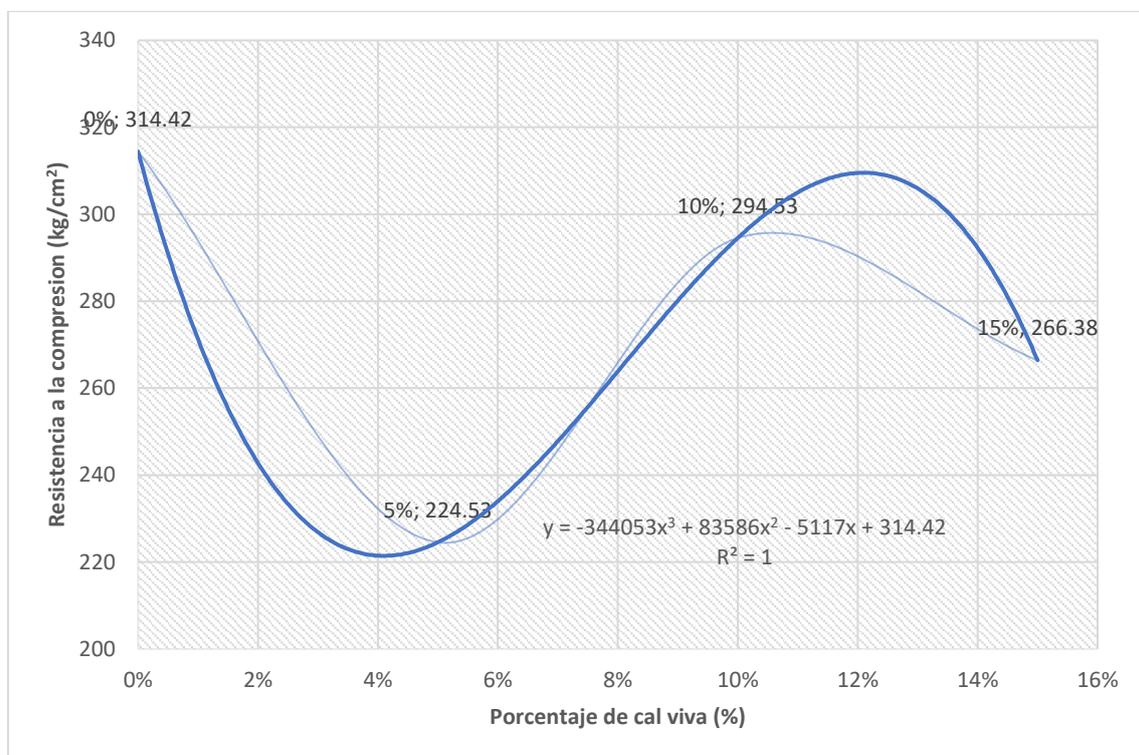
*Figura 38. Cantidad de poros – ciclos de congelación*

La Figura 38 proporciona un análisis detallado de la presencia de poros en el concreto después de 28 días de exposición a ciclos de congelación, utilizando la mezcla PSCV-00 como referencia, que inicialmente tenía la mayor porosidad. Esta evaluación revela una significativa disminución en la cantidad de poros en las mezclas que incorporaron cal viva en comparación con la mezcla de control, PSCV-00. En particular, la mezcla PSCV-05 experimentó una reducción del 13.82% en la cantidad de poros, mientras que la mezcla PSCV-10 logró la reducción más notable, disminuyendo los poros en un 17.96%. Sin embargo, la mezcla PSCV-15 mostró solo un descenso del 15.99% un incremento en la cantidad de poros en comparación con la PSCV-10. Esto se debe a que la incorporación de una mayor cantidad de cal hidratada debilitó la estructura del concreto, haciéndolo más susceptible a los ciclos de congelación y generando un mayor número de vacíos en el material. Por lo tanto, es crucial encontrar un equilibrio en la cantidad de cal viva que se incorpora para optimizar la resistencia y durabilidad del concreto.

**Objetivo específico 3:** Determinar el porcentaje de dosificación óptimo de cal viva y plastificante SikaCem para mejorar la durabilidad del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

### Dosificación óptima para curado en poza

En esta fase del estudio, el objetivo principal es encontrar la combinación precisa de cal viva y plastificante SikaCem que maximice la resistencia del concreto durante el proceso de curado en pozas. La obtención de resultados precisos permitirá a los profesionales de la construcción y a los diseñadores de estructuras tomar decisiones fundamentadas al formular mezclas de concreto que se adapten a las necesidades de proyectos específicos.



*Figura 39. Resistencia a la compresión (28 días) – curado en poza*

Los datos presentados en la figura 39 son el resultado de pruebas de resistencia a la compresión realizadas en probetas de concreto después de un período de curado de 28 días en condiciones de poza. Estos datos han permitido la construcción de una curva de tendencia, que es fundamental para determinar el porcentaje óptimo de cal viva y plastificante necesario para obtener un concreto de alta resistencia. La curva de tendencia se ha expresado mediante una

ecuación que describe la relación entre la resistencia del concreto y la cantidad de cal viva presente en la mezcla:

$$Y = -344053 * X^3 + 83586 * X^2 - 5117 * X + 314.42$$

**Tabla 30.** *Relación cal viva/resistencia – Curado en poza*

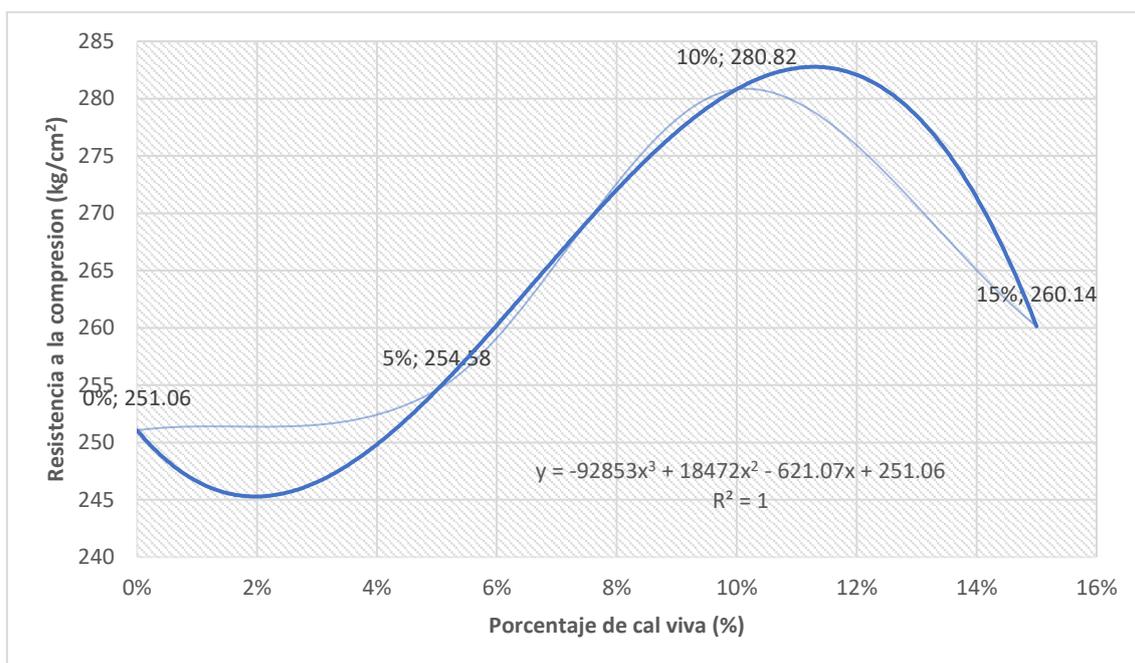
Porcentaje de cal viva (X)	Resistencia esperada (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	314.42
1%	271.26
2%	242.76
3%	226.85
4%	221.46
5%	224.53
6%	233.99
7%	247.79
8%	263.86
9%	280.12
10%	294.53
11%	305.01
12%	309.49
13%	305.93
14%	292.24
15%	266.38

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 30 se observa que la dosificación óptima de cal viva para maximizar la resistencia del concreto curado en poza es, de hecho, del 0%. Esta dosificación se corresponde con la mezcla PSCV-00, que ha demostrado ser la más resistente en comparación con las demás mezclas que contenían cal viva en diferentes proporciones. El hecho de que la mezcla PSCV-00, sin la adición de cal viva, haya exhibido la mayor resistencia sugiere que, en este contexto particular de curado en poza, la presencia de cal viva y plastificante no aporta beneficios significativos y, en realidad, puede afectar negativamente la resistencia del concreto. Esta conclusión es valiosa para la selección precisa de las mezclas de concreto en proyectos de construcción que involucran el curado en poza, optimizando así la resistencia y la durabilidad del material.

## Dosificación óptima para curado en sulfatos

En esta sección de la investigación, se llevó a cabo un análisis exhaustivo para identificar la combinación óptima de cal viva y plastificante SikaCem que pueda maximizar la resistencia del concreto cuando se somete al proceso de curado en un entorno que involucra la presencia de sulfatos. Este análisis es de particular relevancia, ya que proporcionará información valiosa tanto para la industria de la construcción como para el diseño de estructuras, especialmente aquellas que deben mantener una alta resistencia y durabilidad en condiciones donde la exposición a sulfatos podría ser un factor crítico. Los resultados de esta investigación no solo servirán como un recurso importante para la toma de decisiones en proyectos de construcción, sino que también contribuirán a la comprensión de cómo los componentes del concreto, como la cal viva y el plastificante SikaCem, pueden influir de manera significativa en la resistencia final del material en entornos desafiantes con presencia de sulfatos.



*Figura 40. Resistencia a la compresión (28 días) – curado en sulfatos*

Los datos representados en la figura 40 provienen de las pruebas de resistencia a la compresión realizadas en probetas de concreto después de 28 días de exposición a sulfatos. Utilizando esta información, se construyó una curva de tendencia que nos permite identificar el óptimo porcentaje de cal viva

para lograr un concreto resistente. La ecuación que describe esta curva es la siguiente:

$$Y = -92853 * X^3 + 18472 * X^2 - 621.07 * X + 251.06$$

**Tabla 31.** *Relación cal viva/resistencia – curado en sulfatos*

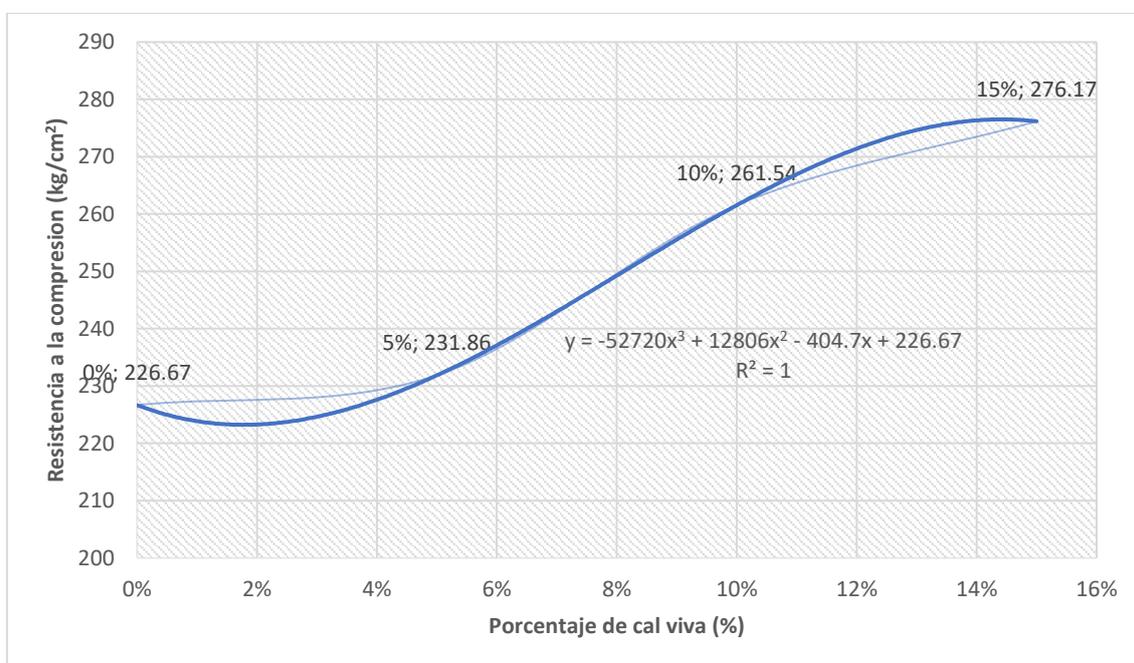
Porcentaje de cal viva (X)	Resistencia esperada (Y) (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	251.06
1%	246.60
2%	245.28
3%	246.55
4%	249.83
5%	254.58
6%	260.24
7%	266.25
8%	272.05
9%	277.10
10%	280.82
11%	282.67
12%	282.08
13%	278.50
14%	271.37
15%	260.14

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 31 la mezcla óptima para alcanzar la máxima resistencia del concreto en condiciones de exposición a sulfatos se obtiene adicionando un 11% de cal viva en la mezcla. Esta dosificación específica de cal viva y plastificante juega un papel esencial en el fortalecimiento del concreto, lo que le permite resistir de manera efectiva los efectos perjudiciales que los sulfatos pueden ejercer sobre el material. Como resultado, el concreto mantiene su integridad estructural y resistencia en condiciones donde otros materiales podrían verse comprometidos. Esta información es crucial para el diseño y la construcción de estructuras que se enfrenten a la exposición a sulfatos, ya que ofrece una guía precisa sobre la dosificación de cal viva necesaria para garantizar una durabilidad y resistencia óptimas en dichos entornos.

## Dosificación óptima para ciclos de congelación

En la sección se llevó a cabo un análisis exhaustivo con el propósito de encontrar la combinación óptima de cal viva y plastificante SikaCem que garantice la máxima resistencia del concreto en condiciones de curado expuesto a ciclos de congelación. Este enfoque busca proporcionar información valiosa y práctica para profesionales de la industria de la construcción en ambientes donde los ciclos de congelación representan un desafío significativo. El estudio considerará una serie de variables clave, como la proporción adecuada de cal viva y plastificante SikaCem. Al evaluar los resultados, se espera identificar la combinación precisa que no solo optimice la resistencia del concreto, sino que también garantice su durabilidad a largo plazo.



*Figura 41. Resistencia a la compresión (28 días) – ciclos de congelación*

Los datos presentados en la figura 41 provienen de una serie de pruebas de resistencia a la compresión realizadas en probetas de concreto que fueron sometidas a un proceso de exposición a ciclos de congelación durante un período de 28 días. Estas pruebas se llevaron a cabo con el objetivo de evaluar el desempeño del concreto en condiciones extremas, específicamente en ambientes donde se presentan fluctuaciones de temperatura que incluyen congelación. A partir de los datos recopilados, se construyó una curva de tendencia que proporciona información valiosa sobre el impacto del porcentaje

de cal viva y plastificante como aditivo en el concreto en su resistencia a las condiciones de ciclos de congelación, la ecuación que describe esta curva es la siguiente:

$$Y = -52720 * X^3 + 12806 * X^2 - 404.7 * X + 226.67$$

**Tabla 32. Relación cal viva/resistencia – ciclos de congelación**

<b>Porcentaje de cal viva (X)</b>	<b>Resistencia esperada (Y) (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0%	226.67
1%	223.85
2%	223.28
3%	224.63
4%	227.60
5%	231.86
6%	237.10
7%	243.01
8%	249.26
9%	255.54
10%	261.54
11%	266.94
12%	271.41
13%	274.65
14%	276.35
15%	276.17

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 32 se aprecia que para lograr la máxima resistencia del concreto frente a los ciclos de congelación se ha determinado que la incorporación de un 14% de cal viva representa un punto crítico en la formulación. Esta cantidad específica de cal viva aporta un nivel significativo de fortaleza al concreto, lo que lo capacita de manera efectiva para resistir los desafíos y efectos adversos de los ciclos de congelación. La adición de esta proporción de cal viva en la mezcla de concreto actúa como un agente clave para mejorar su capacidad de soportar cambios bruscos de temperatura. Esta propiedad es esencial para mantener la integridad estructural y la durabilidad del concreto, especialmente en regiones donde los inviernos fríos y los ciclos de congelación son comunes.

#### 4.5. Contrastación de hipótesis

**Contraste de hipótesis: Plastificante SikaCem, cal viva y concreto  $f'c=210$  k/cm<sup>2</sup> en estado fresco.**

Para la contrastación se tomaron en cuenta las siguientes hipótesis:

H<sub>0</sub>: La adición de cal viva y plastificante SikaCem no influye significativamente en las propiedades de la mezcla  $f'c=210$  k/cm<sup>2</sup> en estado fresco.

H<sub>a</sub>: La adición de cal viva y plastificante SikaCem influye significativamente en las propiedades de la mezcla  $f'c=210$  k/cm<sup>2</sup> en estado fresco.

#### Trabajabilidad

La trabajabilidad es un aspecto fundamental en el diseño de mezclas de concreto, ya que afecta directamente la facilidad de manejo durante la construcción, la calidad del producto final y su rendimiento a largo plazo. La adición de cal viva y plastificante SikaCem desempeña un papel crucial en la configuración de propiedades clave de una mezcla de concreto con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> en estado fresco. Estos aditivos influyen significativamente en el asentamiento del concreto, un parámetro vital para garantizar la calidad y durabilidad de las estructuras. Siguiendo las pautas del método ACI 211, se establece un asentamiento requerido de 3 a 4 pulgadas para lograr la consistencia deseada. En la tabla 33, se puede apreciar que todas las mezclas (PSCV-00, PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15) cumplen con el requisito de asentamiento necesario.

**Tabla 33.** *Asentamiento del concreto*

Dosificación	Asentamiento		Asentamiento requerido (3 a 4 pulg.)
	Promedio (cm)	Promedio (pulg.)	
PSCV-00	7.83	3.08	Cumple
PSCV-05	9.90	3.89	Cumple
PSCV-10	8.96	3.52	Cumple
PSCV-15	9.96	3.92	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Para evaluar la influencia de la cal viva y el plastificante SikaCem en la trabajabilidad de la mezcla de concreto, se utilizaron los rangos de influencia establecidos en la tabla 34. La utilización de estos rangos de influencia es un

enfoque fundamental para cuantificar y caracterizar la relación entre los aditivos y la trabajabilidad del concreto.

**Tabla 34. Rangos de significancia - asentamiento**

Rangos	Significancia
0 cm – 1 cm	No significativo
1.01 cm – 2 cm	Significativo
2.01 cm >	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 35. Significancia del asentamiento**

Dosificación	Promedio (cm)	Diferencia con la muestra de control (PSCV-00) (cm)	Significancia
PSCV-00	7.83	0.00	No significativo
PSCV-05	9.90	2.07	Muy significativo
PSCV-10	8.96	1.13	Significativo
PSCV-15	9.96	2.13	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia

Los datos del asentamiento de la tabla 35 muestran que la mezcla de control PSCV-00 tiene un valor promedio de asentamiento de 7.83 cm. Cuando se agregan plastificantes a las mezclas, como en los casos de PSCV-05 y PSCV-15, se observan incrementos significativos del 2.07 cm y 2.13 cm en el asentamiento, respectivamente. Estos incrementos se atribuyen claramente a la presencia del plastificante. Sin embargo, la mezcla PSCV-10, que también contiene la misma cantidad de plastificante, solo presenta un aumento del 1.13 cm en el asentamiento. Esto podría deberse a una variedad de factores, como la distribución del plastificante en la mezcla, las condiciones ambientales durante el ensayo, entre otros. Sería útil realizar más pruebas para entender mejor este fenómeno.

### Contenido de aire

El contenido de aire en el concreto fresco desempeña un papel fundamental en la calidad y el rendimiento a largo plazo del material. Su control y optimización son esenciales para garantizar que el concreto cumpla con los requisitos específicos de durabilidad, resistencia y trabajabilidad en función de las condiciones de servicio y las aplicaciones particulares. Para evaluar el impacto del plastificante SikaCem y la cal viva en el contenido de aire del concreto en estado fresco, se emplearon los rangos de significancia establecidos

en la tabla 36. Estos rangos son esenciales para determinar la magnitud de la influencia de estos aditivos en la cantidad de aire presente en la mezcla fresca.

**Tabla 36. Rangos de significancia – contenido de aire**

Rangos	Significancia
0% – 0.10%	No significativo
0.11% – 0.20%	Significativo
0.21% >	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia

Esta metodología es crucial para cuantificar y caracterizar la relación entre los aditivos y el contenido de aire en el concreto fresco, lo que, a su vez, permite tomar decisiones informadas en la formulación de mezclas de concreto y asegurar que cumplan con los estándares de calidad necesarios para la construcción.

**Tabla 37. Significancia del contenido del aire**

Dosificación	Contenido de aire	Diferencia con la muestra de control (PSCV-00)	Significancia
PSCV-00	2.2%	0.0%	No significativo
PSCV-05	2.5%	0.3%	Muy significativo
PSCV-10	2.4%	0.2%	Significativo
PSCV-15	2.4%	0.2%	Significativo

Fuente: Elaboración propia

La tabla 37 se observa que la muestra PSCV-00 tenía un contenido de aire del 2.2%, mientras que las combinaciones PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 experimentaron un aumento de entre 0.2% y 0.3%. Este cambio tiene implicaciones en la calidad y desempeño del concreto, ya que la inclusión de plastificante SikaCem y cal viva puede influir en las burbujas de aire, impactando en las propiedades del concreto fresco. Por tanto, es esencial considerar esta variación en el diseño de mezclas y la planificación de proyectos para mantener los estándares de calidad deseados.

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), demostrando que la adición de cal viva y plastificante SikaCem influye significativamente en las propiedades de la mezcla  $f'c=210$  k/cm<sup>2</sup> en estado fresco.

### **Contraste de hipótesis: Plastificante SikaCem, cal viva y concreto $f'c=210$ $kg/cm^2$ en estado endurecido.**

Para la contrastación se tomaron en cuenta las siguientes hipótesis:

$H_0$ : La adición de cal viva y plastificante SikaCem no influye significativamente en las propiedades de la mezcla  $f'c=210$   $kg/cm^2$  en estado endurecido

$H_a$ : La adición de cal viva y plastificante SikaCem influye significativamente en las propiedades de la mezcla  $f'c=210$   $kg/cm^2$  en estado endurecido

### **Resistencia a la compresión**

La evaluación del nivel de significancia de las resistencias a la compresión del concreto curado en diferentes entornos es un proceso crucial en el análisis de datos. Esta evaluación se fundamenta en la aplicación de los rangos establecidos en la tabla 38. Estos rangos desempeñan un papel fundamental como una guía fundamental para discernir si las diferencias observadas en las resistencias son estadísticamente significativas o simplemente producto de variaciones aleatorias. En esencia, estos valores proporcionan un marco de referencia esencial que permite determinar la relevancia de las disparidades encontradas en las resistencias del concreto, brindando así una base sólida para las conclusiones extraídas de la investigación.

**Tabla 38. Rangos de significancia – Resistencia a la compresión**

<b>Rangos</b>	<b>Significancia</b>
$-20.01$ $kg/cm^2$ <	Muy significativo
$-10.01$ $kg/cm^2$ – $-20$ $kg/cm^2$	Significativo
$0$ $kg/cm^2$ – $-10$ $kg/cm^2$	No significativo
$0$ $kg/cm^2$ – $10$ $kg/cm^2$	No significativo
$10.01$ $kg/cm^2$ – $20$ $kg/cm^2$	Significativo
$20.01$ $kg/cm^2$ >	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia

### **Resistencia a la compresión – Curado en poza**

**Tabla 39. Resistencia a la compresión curado en poza (28 días) - Significancia**

<b>Denominación</b>	<b>Promedio (<math>kg/cm^2</math>)</b>	<b>Diferencia con la muestra de control (PSCV-00) (<math>kg/cm^2</math>)</b>	<b>Significancia</b>
PSCV-00	314.42	0.00	No significativo
PSCV-05	224.53	-89.89	Muy significativo
PSCV-10	294.53	-19.89	Significativo
PSCV-15	266.38	-48.04	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 39 se observa una disminución en la resistencia en todas las combinaciones de mezclas en comparación con el grupo de control PSCV-00. Notablemente, la dosificación PSCV-05 presenta la caída más pronunciada en la resistencia, seguida de un aumento significativo en la mezcla PSCV-10. No obstante, se vuelve a registrar un descenso en la resistencia al optar por la dosificación PSCV-15. Es importante resaltar que, a pesar de estas variaciones, todas las dosificaciones exhiben resistencias inferiores en comparación con el grupo de control PSCV-00.

### Resistencia a la compresión – Curado en sulfatos

**Tabla 40.** Resistencia a la compresión curado en sulfatos (28 días) - Significancia

Denominación	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Diferencia con la muestra de control (PSCV-00) (kg/cm <sup>2</sup> )	Significancia
PSCV-00	251.07	0.00	No significativo
PSCV-05	254.58	3.51	No significativo
PSCV-10	280.82	29.75	Muy significativo
PSCV-15	260.14	9.07	No significativo

Fuente: Elaboración propia

La tabla 40 presenta los resultados del concreto sometido a la condición de curado en sulfatos, y se observa que las diversas combinaciones de cal viva y el aditivo SikaCem tienen un efecto bastante similar al proceso de curado en una pileta. Específicamente, es relevante señalar que la dosificación PSCV-10 demuestra la resistencia más alta, mientras que las mezclas PSCV-05 y PSCV-15 muestran valores más bajos en comparación. No obstante, es crucial destacar que todas las dosificaciones superan en resistencia al grupo de control PSCV-00.

### Resistencia a la compresión – Ciclos de congelación

**Tabla 41.** Resistencia a la compresión en ciclos de congelación (28 días) - Significancia

Denominación	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Diferencia con la muestra de control (PSCV-00) (kg/cm <sup>2</sup> )	Significancia
PSCV-00	227.67	0.00	No significativo
PSCV-05	231.86	4.19	No significativo
PSCV-10	261.54	33.87	Muy significativo
PSCV-15	276.17	48.50	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 41 muestra los resultados del proceso de curado en ciclos de congelación. En cuanto a este método de curado, los datos reflejan que la incorporación de cal viva y el aditivo SikaCem tiene un impacto positivo y significativo en la resistencia a la compresión de las muestras. La menor resistencia se encuentra en la dosificación PSCV-05, seguida de la mezcla PSCV-10, siendo la más alta en la dosificación PSCV-15. Es relevante resaltar que, en todos los escenarios, las mezclas que incluyen cal viva y SikaCem superan en resistencia al grupo de control PSCV-00.

### Porosidad del concreto

La porosidad del concreto es un parámetro crítico que afecta directamente su durabilidad y resistencia. La capacidad de evaluar la porosidad en diferentes entornos es esencial para comprender cómo las condiciones ambientales o las prácticas de construcción pueden influir en la calidad del concreto. Para llevar a cabo esta evaluación, se utilizan los rangos establecidos en la tabla 42, estos rangos representan un conjunto de valores críticos que sirven como referencia para definir si las diferencias observadas en la porosidad entre diversos entornos son estadísticamente significativas o si pueden atribuirse simplemente a variaciones aleatorias en los datos. Permite identificar y abordar problemas de calidad en el concreto al comparar los resultados de la porosidad en diferentes contextos y aplicar análisis estadísticos significativos

**Tabla 42.** Rangos de significancia – porosidad del concreto

Rangos	Significancia
0% – -0.5%	No significativo
-0.51% – -1.00%	Significativo
-1.01% >	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia

### Porosidad del concreto – Curado en poza

**Tabla 43.** Porosidad del concreto curado en poza (28 días) - significancia

Dosificación	Promedio (%)	Diferencia con la muestra de control (PSCV-00) (%)	Significancia
PSCV-00	13.47	0.00	No significativo
PSCV-05	12.83	-0.64	Significativo
PSCV-10	12.53	-0.94	Significativo
PSCV-15	11.90	-1.57	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia

La tabla 43 exhibe de manera evidente cambios significativos en las distintas combinaciones de mezclas en comparación con la mezcla de control PSCV-00. Lo que más llama la atención es una tendencia decreciente en la cantidad de poros, y esto se hace especialmente notorio en la mezcla PSCV-05, que muestra la menor cantidad de poros en contraste con la mezcla de control. Por otro lado, la mezcla PSCV-15 sobresale al presentar la mayor cantidad de poros. Estos resultados reflejan la influencia que las diferentes proporciones de ingredientes tienen en la porosidad del concreto, lo que es un aspecto crucial para evaluar la calidad y la durabilidad del material en diversas aplicaciones.

### Porosidad del concreto – Curado en Sulfatos

**Tabla 44.** Porosidad del concreto curado en sulfatos (28 días) - significancia

Dosificación	Promedio (%)	Diferencia con la muestra de control (PSCV-00) (%)	Significancia
PSCV-00	13.80	0.00	No significativo
PSCV-05	13.57	-0.23	No significativo
PSCV-10	13.00	-0.80	Significativo
PSCV-15	12.53	-1.27	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 44 se puede apreciar que las mezclas expuestas a sulfatos presentan cambios notables en comparación con la mezcla de control PSCV-00. Se observa una reducción gradual en la cantidad de poros, siendo la mezcla PSCV-05 la menos notable que registra la menor cantidad de poros, mientras que la mezcla PSCV-15 muestra la mayor cantidad de poros. Estos resultados son importantes para comprender cómo los sulfatos pueden afectar la estructura y características de las mezclas analizadas.

### Porosidad del concreto – Ciclos de congelación

**Tabla 45.** Porosidad del concreto curado en ciclos de congelación (28 días) - significancia

Dosificación	Promedio (%)	Diferencia con la muestra de control (PSCV-00) (%)	Significancia
PSCV-00	15.20	0.00	No significativo
PSCV-05	13.10	-2.10	Muy significativo
PSCV-10	12.47	-2.73	Muy significativo
PSCV-15	12.77	-2.43	Muy significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 45, se observa que la mezcla PSCV-00 destaca por tener la mayor cantidad de huecos. A medida que aumenta la cantidad de cal viva en las mezclas, como en PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15, se evidencia una reducción en la cantidad de poros. No obstante, la mezcla PSCV-15 rompe esta pauta y presenta una cantidad de poros superior a la mezcla PSCV-10. Esta variación posiblemente se deba a una disminución en la proporción de cemento en la mezcla y a las tensiones a las que el concreto se ve expuesto.

### **Influencia de la cal viva y el plastificante**

En todos los escenarios de curado, se ha observado un efecto significativo de las adiciones en la resistencia a la compresión de las muestras de concreto. En particular, la inclusión de cal viva y del plastificante SikaCem ha demostrado ser beneficioso para mejorar la resistencia en condiciones adversas como la exposición a sulfatos y ciclos de congelación. Destacan especialmente las mezclas PSCV-10 y PSCV-15, que han mostrado una mayor resistencia en comparación con otras combinaciones de adiciones. Estos resultados indican que estas mezclas son más adecuadas para resistir condiciones ambientales desfavorables. Sin embargo, es importante tener en cuenta que se observa una pérdida de resistencia en entornos donde no hay factores adversos que afecten el concreto. Esto sugiere que las adiciones de cal viva y SikaCem pueden no ser necesarias en condiciones normales de uso, ya que podrían no proporcionar beneficios significativos en términos de resistencia.

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), demostrando que la adición de cal viva y plastificante SikaCem influye significativamente en las propiedades de la mezcla  $f'_c=210$  k/cm<sup>2</sup> en estado endurecido.

### **Contraste de hipótesis: Plastificante SikaCem, cal viva y dosificación óptima**

Para la contrastación se tomaron en cuenta las siguientes hipótesis:

$H_0$ : El porcentaje óptimo de cal viva y plastificante SikaCem para mejorar la durabilidad del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> no se encuentra entre 5% y 15% de cal viva y 0.5% de plastificante SikaCem

Ha: El porcentaje óptimo de cal viva y plastificante SikaCem para mejorar la durabilidad del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  se encuentra entre 5% y 15% de cal viva y 0.5% de plastificante SikaCem

La elección del porcentaje óptimo de cal viva y plastificante Sikacem en las mezclas de concreto es una consideración crítica en la construcción. Sin embargo, esta elección no puede ser estandarizada, ya que debe adaptarse a las condiciones específicas a las que se enfrentará el concreto. En este contexto, es fundamental analizar el rendimiento de distintas dosificaciones en situaciones prácticas.

### **Curado en Pozas**

En ensayos de concreto curado en poza, se observa que las mezclas que contienen cal viva y plastificante Sikacem exhiben una resistencia inferior en comparación con la muestra de control PSCV-00 (véase figura 39), estos resultados pueden generar incertidumbre sobre la idoneidad de estos aditivos en el concreto, sugiriendo que la dosificación óptima podría ser la PSCV-00. No obstante, es esencial recordar que en la practica el concreto generalmente enfrenta condiciones adversas que pueden afectar su resistencia con el tiempo.

### **Exposición a Sulfatos**

En contraste, las pruebas que involucraron la exposición a sulfatos revelaron un aspecto importante. La muestra de control, sin aditivos, sufrió una disminución significativa en su resistencia debido a esta exposición, contrario a las muestras con plastificante SikaCem y Cal viva que mostraron una mayor resistencia. En este contexto, la dosificación óptima parece ser una con valores cercanos a la mezcla PSCV-10 (véase figura 40). Mediante una curva de tendencia se determinó que el contenido óptimo para mejorar la durabilidad del concreto es añadir 0.5% de plastificante SikaCem y 11% de cal viva.

### **Ciclos de Congelación**

Cuando se trata de ciclos de congelación, la resistencia del concreto se ve notablemente influenciada por la variación en la cantidad de cal viva y plastificante SikaCem. Es relevante resaltar que, en estas condiciones particulares, la mezcla PSCV-15 presenta la mayor resistencia (véase figura 41). Al analizar la curva de tendencia, se concluye que la dosificación óptima sería la inclusión de un 0.5% de plastificante SikaCem junto con un 14% de cal viva.

## **Dosificaciones óptimas**

La elección de la dosis ideal de cal viva y plastificante SikaCem en el diseño del concreto es de vital importancia y debe adaptarse a las circunstancias específicas de cada proyecto. Los resultados de los ensayos revelan que la incorporación de cal viva y plastificante SikaCem en un concreto que no se expone a factores que puedan comprometer su resistencia conlleva una disminución en su capacidad de resistencia. Sin embargo, en situaciones prácticas, el concreto a menudo se enfrenta a condiciones que pueden impactar su resistencia. En consecuencia, se puede concluir que la adición de cal viva y plastificante SikaCem ejerce una influencia positiva y significativa en las propiedades del concreto.

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), demostrando que el porcentaje óptimo de cal viva y plastificante SikaCem para mejorar la durabilidad del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  se encuentra entre 5% y 15% de cal viva y 0.5% de plastificante SikaCem

## V. DISCUSIÓN

**Objetivo 1:** Determinar la influencia de la adición de cal viva y plastificante SikaCem en las propiedades de la mezcla  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en estado fresco.

Wang et al. (2019) en su estudio “Efecto de la repulsión electrostática inducida por superplastificantes sobre el comportamiento del flujo de pastas de cenizas volantes” analiza cómo la adición de diversos superplastificantes, como policarboxilatos, lignosulfonatos y superplastificantes de polinaftaleno, influye en la fluidez y manejabilidad de pastas de ceniza volante, un material común en la construcción. Durante los ensayos de mini slump, se observó una relación directa entre la cantidad de lignosulfonato introducido y el diámetro de extensión en las mezclas frescas. Conforme aumentaba el porcentaje de lignosulfonato en el rango de 0% a 0.5%, el diámetro de extensión de las mezclas también aumentaba, oscilando entre aproximadamente 50 mm y 100 mm. En términos simples, a medida que se incorporaba una mayor cantidad de lignosulfonato, se intensificaba la capacidad de las mezclas para fluir y asentarse de forma más marcada. En contraste en nuestros ensayos de slump, se observó un aumento en el asentamiento de las mezclas en estado fresco al utilizar el plastificante SikaCem, que contiene principalmente lignosulfonato y cal viva. Las dosificaciones PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 registraron un incremento en el asentamiento del 26%, 14% y 27%, respectivamente, en base a la mezcla de control PSCV-00, que tuvo un asentamiento de 7.83 cm (véase figura 11). Estos resultados indican que la adición de lignosulfonato, presente en el plastificante SikaCem, contribuye a un comportamiento más fluido en las mezclas, lo que es esencial para lograr concreto de alta calidad y manejabilidad en proyectos de construcción.

Kaletka-Jurowska y Jurowski (2020) en su estudio “La influencia de la temperatura ambiente en las propiedades del hormigón de alto rendimiento” evalúa el desempeño del concreto de alta resistencia elaborado agua a temperatura de entre 12 °C y 30 °C. Los resultados muestran que el contenido de aire en la mezcla fresca varía según la temperatura del ambiente, a los 20 °C el contenido de aire es 1.7%, a partir de este punto cuando la temperatura baja o sube el contenido de aire sube aumenta, las mezcla a 12 °C y 30 °C tiene un contenido de aire de 1.9% y 2.6% respectivamente. En contraste, en nuestros resultados

las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15, muestran un aumento en el porcentaje de aire del 14%, 9% y 9% respectivamente, en comparación con la muestra de control PSCV-00, este cambio es debido a la reacción exotérmica de la cal viva lo que genera burbujas en la mezcla (véase figura 14). Estos hallazgos son significativos ya que proporciona una relación entre el contenido de CaO y la cantidad de aire en la mezcla fresca. Esto puede tener implicaciones importantes para la construcción y la ingeniería civil, ya que puede permitir la creación de concretos más duraderos y eficientes. Sin embargo, también es importante tener en cuenta que estos resultados son específicos para las condiciones y materiales utilizados en este estudio, y pueden variar en diferentes contextos o con diferentes tipos de cemento o aditivos. Por lo tanto, siempre es importante realizar más investigaciones y pruebas para confirmar estos resultados en diferentes condiciones y con diferentes materiales.

**Objetivo 2:** Determinar la influencia de la adición de cal viva y plastificante SikaCem en las propiedades de la mezcla  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en estado endurecido.

Burciaga-Díaz (2019) en su estudio “Parámetros que afectan a las propiedades y microestructura de la cal viva (CaO) - Pastas de cemento con escorias activadas” investiga el efecto de la adición de cal viva a pastas de cemento con escoria granulada de alto horno en concentraciones variables (6%, 8% y 10% en peso en relación a la masa de escoria). El estudio se centra en la resistencia a la compresión y la caracterización microestructural de estas mezclas en función de diversas variables, como la concentración de CaO, la temperatura de curado, la relación agua/aglomerante y la finura de Blaine. El propósito es determinar las condiciones óptimas de activación y comprender cómo estas variables afectan la resistencia y la estructura del material. El estudio consistió en la preparación de varias pastas, cada una con diferentes concentraciones de CaO como agente activador alcalino, en combinación con escoria granulada de alto horno. Estas pastas se sometieron a diversas condiciones de curado en términos de temperatura y humedad. Después de 90 días, se observó que las pastas con 6% y 8% de cal viva, curadas a 20 °C, alcanzaron resistencias de compresión de 21 y 20 MPa, respectivamente, mientras que la mezcla que contenía un 10% de CaO a la misma temperatura logró la resistencia más alta, llegando a los 28 MPa. En contraste en nuestra investigación, evaluamos probetas expuestas a

diferentes condiciones de curado, como inmersión en poza, exposición a sulfatos y ciclos de congelación. En el curado en poza, la mezcla PSCV-10 mostró una disminución del 6% en resistencia, mientras que PSCV-05 y PSCV-15 exhibieron descensos más pronunciados del 29% y 15%, respectivamente, en comparación con la mezcla de control PSCV-00 (véase figura 19). En la exposición a sulfatos, PSCV-10 experimentó el mayor aumento en resistencia, un 12%, mientras que PSCV-05 y PSCV-15 mostraron aumentos del 1% y 4%, respectivamente (véase figura 24). En ciclos de congelación, PSCV-15 destacó con un aumento del 22% en resistencia, seguido por PSCV-10 con un 15% y PSCV-05 con un 2% (véase figura 29). Tanto en el antecedente como en nuestra investigación sugieren que el 10% de cal viva puede ser el punto óptimo para mejorar la durabilidad del concreto, aunque esta tendencia se rompe en mezclas expuestas a ciclos de congelación, donde se requiere de más cal viva para mejorar la resistencia. Estos datos ofrecen una visión más amplia sobre la cantidad necesaria de cal viva para mejorar la durabilidad del concreto.

Cai et al. (2022) en su estudio “Conocimiento profundo del comportamiento mecánico y el mecanismo de microestructura de las pastas de escorias granuladas de alto horno molidas activadas con cal viva” se enfoca en analizar cómo diferentes proporciones de cal viva afectan el comportamiento mecánico y la microestructura de un aglutinante expuesto a agua marina compuesto por escoria granulada de alto horno (GGBS) activado con cal viva. Se evaluaron las propiedades mecánicas mediante pruebas de compresión, y se estudiaron las características de hidratación y microestructura utilizando varias técnicas de análisis. Los resultados muestran que el aumento en la proporción de cal viva en las mezclas de cal viva y la escoria granulada molida de alto horno no siempre resulta en un aumento constante de la resistencia a la compresión en un período de curado de 28 días. En particular, se observa que existe una proporción óptima de cal viva, que en este caso es 15%, que maximiza la resistencia a la compresión 18 MPa. Cuando la proporción de cal viva es demasiado baja o demasiado alta, la resistencia a la compresión disminuye. La combinación de una alta cantidad de GGBS con una proporción relativamente baja de cal viva resultaría en una resistencia a la compresión significativamente elevada. A medida que aumentaba la proporción de cal viva, se observaba una disminución en la cantidad de GGBS, lo que a su vez reducía la resistencia a la compresión.

En contraste, en nuestras muestras de ensayo con diversas proporciones de cal viva, sometidas a curado en poza, sulfatos y ciclos de congelación, revelaron patrones interesantes. En curado en poza, la mezcla PSCV-10 experimentó solo un descenso del 6% en la resistencia en comparación con la mezcla de control PSCV-00, mientras que las mezclas PSCV-05 y PSCV-15 mostraron descensos más pronunciados, con un 29% y un 15%, respectivamente (véase figura 19). Por otro lado, las mezclas expuestas a sulfatos mostraron un aumento en la resistencia en comparación con el grupo de control PSCV-00, siendo la mezcla PSCV-10 la de mayor aumento con un 12%, mientras que las mezclas PSCV-05 y PSCV-15 solo mostraron aumentos del 1% y 4%, respectivamente (véase figura 24). En el caso de los ciclos de congelación, la tendencia observada se rompió, siendo la mezcla PSCV-15 la más destacada con un aumento del 22% en la resistencia, seguida de la mezcla PSCV-10 con un aumento del 15% y la mezcla PSCV-05 con un aumento del 2% (véase figura 29). Este comportamiento coincide con el patrón observado en el antecedente, donde un aumento en la cantidad de cal viva inicialmente incrementó la resistencia, pero más allá de un punto óptimo, se manifestó una disminución debida a la reducción en la cantidad de aglutinante, en este caso, cemento. La excepción a este patrón se observó en las mezclas sometidas a ciclos de congelación, donde la cal viva retenida en el concreto mostró una mayor reactividad debido a las fuerzas mecánicas en la estructura interna del concreto.

Seymour et al. (2023) en su estudio “Mezclado en caliente: conocimientos mecanicistas sobre la durabilidad del hormigón romano antiguo” investigó las antiguas mezclas de concreto romano para comprender su durabilidad utilizando un enfoque de mapeo químico y elemental a varias escalas. Se descubrió que los romanos empleaban una técnica de mezcla en caliente, utilizando cal viva en lugar de cal apagada, lo que permitía retener clastos de cal de alta superficie en las mezclas. Se investigaron dos formulaciones de concreto de inspiración romana en el estudio. La Mezcla 1, utilizada en experimentos de autocuración, consistió en cemento Portland ordinario, cenizas volantes pulverizadas, arena y agua en una proporción de 1:0,2:2:1, con adición de cal viva en concentraciones del 7,5% al 15% en masa. La Mezcla 2, representativa, incluyó cemento Portland ordinario, cenizas volantes pulverizadas, arena, agua, superplastificante y agregado grueso en una proporción de 1:0,4:2,5:0,7, con cal viva añadida como

sustitución parcial del árido al 4,3% en masa. Las muestras de concreto mezclado en caliente fueron examinadas para investigar su capacidad de curación de grietas. Después de fracturar y volver a unir las muestras, se sometieron a un flujo constante de agua, y se observó que el flujo a través de las grietas cesó después de 30 días. Las grietas se llenaron completamente con calcita, indicando un proceso eficaz de curación. Estos resultados son fundamentales para mejorar las propiedades de curación en estructuras de hormigón. En nuestro estudio, las muestras de concreto con plastificante SikaCem y cal viva, sometidas a diferentes condiciones como curado en poza, exposición a sulfatos y ciclos de congelación, exhibieron una disminución de vacíos a medida que aumentaba la cantidad de cal viva en la mezcla. En el curado en poza, las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 mostraron reducciones de vacíos del 4.75%, 6.98% y 11.66%, respectivamente, en comparación con la mezcla de control PSCV-00 (véase figura 32). Similarmente, en las mezclas expuestas a sulfatos, se observó una reducción del 1.67%, 5.8% y 9.2% para PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15, respectivamente (véase figura 35). En las mezclas sometidas a ciclos de congelación, se registraron reducciones del 13.82%, 17.96% y 15.99% en la cantidad de vacíos para PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 (véase figura 38). Estos hallazgos indican que la cal viva, previamente inactiva en el concreto, se activa en presencia de microgrietas, actuando como un sistema de auto reparación a lo largo del tiempo.

**Objetivo 3:** Determinar el porcentaje de dosificación óptimo de cal viva y plastificante SikaCem para mejorar la durabilidad del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

Lv et al. (2020) en su estudio “Mejora de la resistencia de morteros de cemento que contienen humo de sílice a ataques externos de sulfatos a temperatura normal” investigó el rendimiento de resistencia y el mecanismo de mejora de resistencia de mortero de cemento que contiene humo de sílice expuesto a ataques externos de sulfato a una temperatura de 20 °C. Los resultados muestran que las mezclas de control y con 5% de humo de sílice expuestas a sulfatos durante 12 meses, muestran una resistencia de 44.9 MPa y 62.3 MPa con porcentajes de vacíos de 26.37% y 10.55% respectivamente. Se observa una correlación donde a medida que la porosidad total de las muestras disminuye, la resistencia a la compresión de dichas muestras tiende a aumentar.

En contraste, en nuestros resultados las mezclas expuestas a sulfatos exhiben un aumento en la resistencia a la compresión a medida que se incrementa la cantidad de cal viva. La curva de tendencia revela que la dosificación con menor resistencia es la mezcla PSCV-00, con una resistencia de 251.06 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que a medida que se aumenta la cantidad de cal viva, la resistencia alcanza un pico de 282.67 kg/cm<sup>2</sup> al llegar al 11% de cal viva (véase tabla 31). Estos cambios también se reflejan en la cantidad de vacíos en el concreto, donde las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 muestran reducciones de vacíos del 1.67%, 5.8% y 9.2%, respectivamente, en comparación con la mezcla de control PSCV-00 (véase figura 35). Se observa una mejora en la resistencia a la compresión en relación con la reducción de vacíos solo hasta el 11% de cal viva añadida, posteriormente, la resistencia disminuye debido a la reducción de cemento en la mezcla. Tanto en el antecedente como en nuestros resultados, se destaca que la presencia de vacíos en el concreto está asociada con un aumento en su capacidad de resistir la compresión, aunque este efecto positivo se observa solo hasta cierto punto, más allá del cual la resistencia comienza a disminuir debido a cambios en la composición de la mezcla.

Ebrahimi Besheli et al. (2021) en su estudio “Mejorar el desempeño del pavimento de concreto en relación con los efectos combinados de los ciclos de congelación-descongelación y la sal de deshielo” tiene como objetivo mejorar la resistencia mecánica y la durabilidad de los pavimentos de concreto, especialmente contra la incrustación superficial causada por la sal de deshielo. Se investiga el uso de materiales cementosos como cal hidratada, metacaolín y zeolita para abordar deficiencias observadas en edades tempranas. Se evalúan propiedades mecánicas, de durabilidad y microestructurales bajo diferentes condiciones de curado y exposición a ciclos de congelación y deshielo y sal de deshielo. Los resultados indican que la mezcla con reemplazo de 15% del cemento con metacaolín, se observa un incremento en la resistencia a la compresión de aproximadamente 55 MPa a los 365 días. Este aumento es significativo en comparación con la mezcla de control sin aditivo, que presenta una resistencia cercana a los 40 MPa. El metacaolín, con sus propiedades de microrelleno, contribuye a reducir la pérdida de peso debido a la exposición a ciclos de congelación y descongelación, así como a la sal de deshielo. En términos de pérdida de peso, se evidencia una mejora de alrededor de 0.3 kg/m<sup>2</sup>

en comparación con la mezcla de control. En contraste con nuestros hallazgos, el concreto expuesto a ciclos de congelación experimentó un aumento en la resistencia al incorporar cal viva, un material que comparte propiedades de microrelleno similar al metacolín. Al analizar una curva de tendencia, se observó una mejora continua en la resistencia a medida que aumentaba el porcentaje de cal viva. Se alcanzó un punto máximo con un 14% de cal viva y un 0.5% de plastificante SikaCem, logrando una resistencia de 276.35 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor representó una mejora en comparación con el grupo de control sin aditivos, que registró una resistencia de 226.67 kg/cm<sup>2</sup> (ver figura 41 y tabla 32). Esta mejora en las propiedades también se refleja en la cantidad de vacíos en el concreto, donde se observa una reducción del 13.82%, 17.96% y 15.99% en las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15, respectivamente, en comparación con la mezcla de control PSCV-00 (véase figura 38). la propiedad de autorelleno ayuda a mejorar tanto la resistencia mecánica como la durabilidad del concreto, proporcionando beneficios significativos en términos de rendimiento y vida útil del material en condiciones adversas.

## VI. CONCLUSIONES

1. Nuestros hallazgos indican que la incorporación de cal viva y el plastificante SikaCem puede mejorar la durabilidad del concreto. En los ensayos donde el concreto fue expuesto a sulfatos y ciclos de congelación, observamos un incremento en la resistencia a la compresión de hasta un 15% y 22% respectivamente, en comparación con la mezcla de control después de 28 días de curado, esto se debe a que la cal viva sin activar retenida en el concreto ayuda a rellenar micro grietas que se forman con el paso del tiempo, mejorando la resistencia en estas condiciones desfavorables. No obstante, en condiciones óptimas, como el curado en poza, la resistencia puede disminuir hasta un 29%, esto se debe a que la cal viva se convierte en cal hidratada al entrar en contacto con el agua, funcionando como aglutinante, pero con una resistencia inferior al cemento. Si bien la adición de cal viva puede reducir la resistencia en un entorno ideal como lo es el curado en poza, hay que tener en cuenta que en la practica el concreto siempre se ve expuesto a agentes que afectan su resistencia. Por lo que se concluye que la adición de cal viva y plastificante SikaCem influyen positivamente en la durabilidad del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$
2. La incorporación de cal viva y plastificante SikaCem en las mezclas de concreto con resistencia  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco tiene un impacto significativo en sus propiedades. Las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 muestran aumentos en el asentamiento del 26%, 14% y 27% respectivamente, en comparación con la mezcla de control PSCV-00. Esto se debe a que el plastificante reduce la cantidad necesaria para que la mezcla alcance su consistencia. A pesar de estos incrementos, todas las mezclas cumplen con el asentamiento requerido según el método ACI 211, que oscila entre 3 y 4 pulgadas. Además, se observa un aumento en el contenido de aire en todas las mezclas con aditivos, con incrementos del 14%, 9% y 9%. Este aumento es debido a la reacción exotérmica que tiene la cal viva en contacto con el agua, generando burbujas de aire en las mezclas. Estos cambios pueden tener implicaciones en la resistencia final del concreto, destacando la importancia de equilibrar los efectos de los aditivos para lograr propiedades óptimas. Se puede concluir que la adición de cal viva y

plastificante SikaCem influye significativamente en las propiedades de la mezcla  $f'c=210$  k/cm<sup>2</sup> en estado fresco

3. La adición de cal viva y plastificante SikaCem tiene un impacto significativo en las propiedades de la mezcla  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en estado endurecido. Después de 28 días de curado, las mezclas PSCV-05, PSCV-10 y PSCV-15 experimentaron cambios notables en función del entorno de curado en comparación con la mezcla de control PSCV-00. En condiciones de curado en poza, se observó una disminución en la resistencia a la compresión del 29%, 6% y 15%, respectivamente, junto con una reducción en la cantidad de poros del 4.75%, 6.98% y 11.66%. Para el curado en sulfatos, se registró un aumento en la resistencia del 1%, 12% y 4%, respectivamente, acompañado de una disminución en la cantidad de poros del 1.67%, 5.80% y 9.20%. En el caso de las mezclas expuestas a ciclos de congelación, se evidenció un aumento en la resistencia a la compresión del 2%, 15% y 22%, respectivamente, y una reducción de poros del 13.82%, 17.96% y 15.99%. En las resistencias a la compresión podemos observar que las mezclas PSCV-10 destacan al mostrar una menor reducción en la resistencia durante el curado en poza y una mayor resistencia en el curado en sulfatos, estos cambios se atribuyen a la cantidad óptima de cal viva añadida en la mezcla, alcanzando su punto máximo con 10% de cal viva, si la cantidad de cal viva aumenta más allá de este punto, la resistencia disminuye debido a la reducción del cemento en la mezcla. En el caso del concreto sometido a ciclos de congelación, la mezcla PSCV-15 muestra la mayor resistencia para el concreto expuesto a estos ciclos pues se necesita más cal viva para mitigar los daños provocados por las fuerzas mecánicas. En cuanto a la porosidad del concreto, la cantidad de poros se reduce conforme aumenta la cantidad de cal viva en la mezcla, debido a la capacidad de la cal viva de expandirse en el proceso de hidratación, rellenando las grietas y vacíos que se forman con el tiempo. Por tanto, se concluye que la adición de cal viva y plastificante SikaCem influye significativamente en las propiedades de la mezcla  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en estado endurecido
4. La dosificación óptima de cal viva y plastificante SikaCem para mejorar la durabilidad del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> varía dependiendo del tipo de curado que se le dará al concreto. Para el concreto curado en poza, la dosificación

óptima es no añadir cal viva ni plastificante Sikacem, es decir, mantener la misma composición que la mezcla de control PSCV-00, esta mezcla muestra la mayor resistencia, alcanzando los 314.42 kg/cm<sup>2</sup>. En el caso del concreto curado en sulfatos, se determinó que la dosificación óptima es la adición de un 11% de cal viva y un 0.5% de plastificante Sikacem, con esta composición, la resistencia máxima obtenida fue de 282.67 kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente, para el concreto sometido a ciclos de congelación, la dosificación óptima es la adición de un 14% de cal viva y un 0.5% de plastificante Sikacem. Esta mezcla también mostró una resistencia máxima de 282.67 kg/cm<sup>2</sup>. El porcentaje óptimo de cal viva y plastificante puede fluctuar dependiendo del ambiente, debido a los factores presentes. En un ambiente perfecto, como el curado en poza, no se generan muchas grietas, por lo que la cal viva retenida en el concreto no se activa, además la presencia de cal hidratada en el concreto disminuye su resistencia. Sin embargo, el concreto sometido a ataque de sulfatos y ciclos de congelación al ser entornos muy agresivos facilita la formación de grietas y la cal viva retenida en el concreto puede activarse y llenar las grietas, mejorando la resistencia a pesar del aumento de cal hidratada en la mezcla. Por lo tanto, se concluye que el porcentaje óptimo de cal viva y plastificante SikaCem para mejorar la durabilidad del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> se encuentra entre 5% y 15% de cal viva y 0.5% de plastificante SikaCem.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Someter el concreto a más situaciones adversas como carbonatación, ataque de cloruros, altas temperaturas, etc. Para evaluar cómo la cal viva y el plastificante SikaCem interactúan con condiciones adversas en el concreto. Luego, se deben evaluar las muestras buscando signos de deterioro y realizando pruebas cuantitativas. Finalmente, se comparan los resultados para entender mejor la interacción entre la cal viva, el plastificante SikaCem y las condiciones adversas.
2. Reducir la cantidad de plastificante SikaCem a 0% en las mezclas de concreto. Y evaluar los cambios en el concreto en estado fresco en la trabajabilidad y el contenido de aire del concreto. La ausencia de plastificante SikaCem ayudara a determinar cuál es su contribución al concreto. Este enfoque proporcionará información esencial sobre cómo la variación en la dosificación de este aditivo puede optimizarse para alcanzar propiedades deseadas en el concreto en estado fresco.
3. Aumentar el tamaño del grano de la cal viva empleado en las mezclas de concreto a granos de entre 1 mm a 5 mm. Esta modificación tiene como propósito evaluar si, al mantener las proporciones actuales de cal viva, podemos potenciar las características del concreto. La idea subyacente es disminuir la proporción de cal viva que experimenta la hidratación, permitiendo así que una mayor cantidad de cal viva quede retenida en el concreto. Esta cal viva retenida desempeñaría un papel fundamental como agente de relleno para las grietas que se forman con el tiempo, contribuyendo a la mejora de las propiedades del concreto a lo largo de su vida útil.
4. Extender la duración del proceso de curado del concreto a un periodo de 100 días. El objetivo es elaborar una curva de tendencia que refleje la relación entre las dosificaciones y la resistencia del concreto a los 100 días, permitiendo compararla con la curva obtenida a los 28 días. Esta investigación busca determinar si las propiedades observadas inicialmente se mantienen a largo plazo o si surgen cambios significativos con un período de curado extendido, ofreciendo así una comprensión más completa de la durabilidad del concreto en presencia de cal viva y plastificante SikaCem.

## REFERENCIAS

ALBAYRAK, Gülçağ, CANBAZ, Mehmet y ALBAYRAK, Uğur. Statistical Analysis of Chemical Admixtures Usage for Concrete: A Survey of Eskisehir city, Turkey. [En línea]. 2015. ISSN 1877-7058. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.475>

ASTM C143, Standard test method for slump of hydraulic-cement concrete [En línea]. 2015.

ASTM C231, Standard test method for air content of freshly mixed concrete by the pressure method [En línea]. 2010.

ASTM C39, Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens -- elearning course [En línea]. 2021

BERESOVSKY, Aleksey y Xavier Max BRIOSO. Experimental evaluation of concrete permeability based on the change of cement paste vs. the amount of aggregate ratio. case study with peruvian cements and aggregates [en línea]. *Social Science Research Network*. 2023. Recuperado de <https://doi.org/10.2139/ssrn.4509758>

BURCIAGA-DÍAZ, Oswaldo. Parameters affecting the properties and microstructure of quicklime (CaO) - Activated slag cement pastes. *Cement and Concrete Composites* [en línea]. 2019, **103**, 104–111. ISSN 0958-9465. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2019.05.002>

CAI, Guang-Hua et al. Deep insight into mechanical behavior and microstructure mechanism of quicklime-activated ground granulated blast-furnace slag pastes. *Cement and Concrete Composites* [en línea]. 2022, **134**, 104767. ISSN 0958-9465. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2022.104767>

CALIDRA PERÚ. Ficha técnica cal pulverizada [En línea]. Calidra Perú – Mejora tu utilidad. [s. f.]. Recuperado de <https://calidraperu.com.pe/productos/mineria/>.

CASTRO-CARREÑO, Anderson, PARRA-VERA, Eduarw Enrique, ARANGO-CALDERÓN, Ingrid Yuliana. *Glosario para metodología de la investigación* [En línea]. Recuperado de <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/5ANJB>

CERDA L, Jaime y VILLARROEL DEL P, Luis. Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Revista chilena de pediatría* [en línea]. 2008, **79**(1). ISSN 0370-4106. Recuperado de <https://doi.org/10.4067/s0370-41062008000100008>

CHAGOYA, Ena Ramos. Métodos y técnicas de investigación [En línea]. 2008. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion>.

DAMŞA, Crina y Alfredo JORNET. The unit of analysis in learning research: Approaches for imagining a transformative agenda. *Learning, Culture and Social Interaction* [en línea]. 2020, 100407. ISSN 2210-6561. Recuperado de <https://doi:10.1016/j.lcsi.2020.100407>

EBRAHIMI BESHELI, Aref et al. Improving concrete pavement performance in relation to combined effects of freeze–thaw cycles and de-icing salt. *Construction and Building Materials* [en línea]. 2021, **277**, 122273. ISSN 0950-0618. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122273>

FERNÁNDEZ, Paula, Guillermo VALLEJO, Pablo LIVACIC-ROJAS y Ellián TUERO. Validez Estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad. Se cumplen 50 años de la presentación en sociedad de los diseños cuasi-experimentales [En línea]. *Anales de Psicología*, vol. 30 2014, n.º 2. ISSN 1695-2294. Recuperado de <https://doi.org/10.6018/analesps.30.2.166911>.

FLATT, R.; SCHOBBER, I. Superplasticizers and the rheology of concrete. En *Understanding the rheology of concrete* [En línea]. *Woodhead Publishing*, 2012. p. 144-208. Recuperado de <https://doi.org/10.1533/9780857095282.2.144>

GARCÍA-GARCÍA, José Antonio, REDING-BERNAL, Arturo y LÓPEZ-ALVARENGA, Juan Carlos. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica [En línea]. 2013. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72715-7](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72715-7)

GUO, Hui, Caijun SHI, Xuemao GUAN, Jianping ZHU, Yahong DING et al. *Durability of recycled aggregate concrete – A review* [En línea]. *Cement and Concrete Composites*, vol. 89, 2018, pp. 251–259. ISSN 0958-9465. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2018.03.008>.

HUAMÁN ROJAS, Jesús Anatolio, Liliana Lesnny TREVIÑOS NOA y Wilmer Augusto MEDINA FLORES. *Epistemología de las investigaciones cuantitativas y cualitativas* [En línea]. Horizonte de la Ciencia, vol. 12. 2022, n.º 23. ISSN 2413-936X. recuperado de <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2022.23.1462>

HUANG, Caoxing, Junmei MA, Weiyu ZHANG, Guohong HUANG y Qiang YONG. *Preparation of lignosulfonates from biorefinery lignins by sulfomethylation and their application as a water reducer for concrete*. [En línea]. Polymers, vol. 10. 2018, n.º 8, p. 841. ISSN 2073-4360. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/polym10080841>.

HUAQUISTO CÁCERES, Samuel y Germán BELIZARIO QUISPE. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research* [en línea]. 2018, **20**(2), 255–234. ISSN 2313-2957. Recuperado de <https://doi.org/10.18271/ria.2018.366>

IKUMI, Tai; SEGURA, Ignacio. Numerical assessment of external sulfate attack in concrete structures [En línea]. A review. *Cement and Concrete Research*, 2019, vol. 121, p. 91-105. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2019.04.010>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA [INEI]. Provincia de lima - resultados definitivos [En línea]. 2018, Tomo I

KALETA-JUROWSKA, Alina y Krystian JUROWSKI. The influence of ambient temperature on high performance concrete properties. *Materials* [en línea]. 2020, 4646. ISSN 1996-1944. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/ma13204646>

LANDIS, J. Richard y Gary G. KOCH. The measurement of observer agreement for categorical data [En línea]. *Biometrics*, vol. 33, 1977, n.º 1, p. 159. ISSN 0006-341X. Recuperado <https://doi.org/10.2307/2529310>.

LI, Chen, Jiaqi LI, Qiang REN, Qiaomu ZHENG y Zhengwu JIANG. *Durability of concrete coupled with life cycle assessment: Review and perspective* [En línea]. Cement and Concrete Composites, vol. 139, 2023,

p. 105041. ISSN 0958-9465. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2023.105041>.

LI, Dongqi, LI, Zongli, LV, Congcong, ZHANG, guohui, YIN, Yueming. A predictive model of the effective tensile and compressive strengths of concrete considering porosity and pore size [En línea]. *Construction and Building Materials*, 2018, vol. 170, p. 520-526. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.028>

LOZADA, José. Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria [En línea]. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 2014, vol. 3, no 1, p. 47-50.

LUO, S., BAI, T., GUO, M., WEI, Y. y MA, W. Impact of Freeze–Thaw Cycles on the Long-Term Performance of Concrete Pavement and Related Improvement Measures: A Review [En línea]. *Materials*. 2022. ISSN 1996-1944. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/ma15134568>.

LV, Xingdong et al. Resistance improvement of cement mortar containing silica fume to external sulfate attacks at normal temperature. *Construction and Building Materials* [en línea]. 2020, **258**, 119630. ISSN 0950-0618. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119630>

MA, Zhiming et al. Durability studies on the recycled aggregate concrete in china over the past decade: a review. *Advances in Civil Engineering* [en línea]. 2019, 1–19. ISSN 1687-8094. Recuperado de <https://doi.org/10.1155/2019/4073130>

MANTEROLA, Carlos, Luis GRANDE, Tamara OTZEN, Nayely GARCÍA, Paulina SALAZAR et al. Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Métodos de valoración, utilidad y aplicaciones en la práctica clínica [En línea]. *Revista chilena de infectología*, vol. 35. 2018, n.º 6, pp. 680–688. ISSN 0716-1018. Recuperado de <https://doi.org/10.4067/s0716-10182018000600680>

MARKOVIĆ, Dejan, ĆETENOVIĆ, Bojana, VUKOVIĆ, Ana, JOKANOVIĆ, Vukoman y MARKOVIĆ, Tatjana. Chapter 11 - Nanosynthesized calcium-silicate-based biomaterials in endodontic treatment of young permanent teeth [En línea].

2016. ISBN 9780323428675. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-42867-5.00011-4>.

MOROPOULOU, Antonia; BAKOLAS, Asterios; AGGELAKOPOULOU, Eleni. The effects of limestone characteristics and calcination temperature to the reactivity of the quicklime [En línea]. *Cement and concrete Research*, 2001, vol. 31, no 4, p. 633-639. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(00\)00490-7](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(00)00490-7)

NIAOUNAKIS, Michael. 10 - Building and Construction Applications [En línea]. 2015. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-35399-1.00010-7>

NILSSON, Lars-Olof. Durability concept; pore structure and transport processes [En línea]. *Advanced Concrete Technology*, 2003, p. 3-29.

NTP 339.034, Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 2015.

OTZEN, Tamara; MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio [En línea]. *International journal of morphology*, 2017, vol. 35, no 1, p. 227-232. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

RANGAN, Parea Rusan; TUMPU, Miswar; MANSYUR, Mansyur. Marshall Characteristics of Quicklime and Portland Composite Cement (PCC) as Fillers in Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) Mixture [En línea]. En *Annales de Chimie-Science des Matériaux*. Lavoisier, 2023. p. 51-55. Recuperado de <https://doi.org/10.18280/acsm.470107>

ROPP, R.C. Chapter 3 - Group 16 (O, S, Se, Te) Alkaline Earth Compounds. Encyclopedia of the Alkaline Earth Compounds [En línea]. 2013. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59550-8.00003-X>.

RUWOLDT, Jost. A critical review of the physicochemical properties of lignosulfonates: Chemical structure and behavior in aqueous solution, at surfaces and interfaces [En línea]. *Surfaces*, 2020, vol. 3, no 4, p. 622-648.

SEOANE, T. MARTÍN, J. L. R., MARTÍN-SÁNCHEZ, E., LURUEÑA-SEGOVIA, S., & ALONSO MORENO, F. J. Capítulo 7: estadística: estadística

descriptiva y estadística inferencial [En línea]. *SEMERGEN - Medicina de Familia* [en línea]. 2007, **33**(9), 466–471. ISSN 1138-3593. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/s1138-3593\(07\)73945-x](https://doi.org/10.1016/s1138-3593(07)73945-x)

SEOANE, T., J. L. R. MARTÍN, E. MARTÍN-SÁNCHEZ, S. LURUEÑA-SEGOVIA y F. J. ALONSO MORENO. *Capítulo 5: selección de la muestra: técnicas de muestreo y tamaño muestral* [En línea]. *SEMERGEN - Medicina de Familia*, vol. 33. 2007. n.º 7, pp. 356–361. ISSN 1138-3593. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/s1138-3593\(07\)73915-1](https://doi.org/10.1016/s1138-3593(07)73915-1).

SEYMOUR, Linda M. et al. Hot mixing: Mechanistic insights into the durability of ancient Roman concrete [en línea]. *Science Advances*. 2023, **9**(1). ISSN 2375-2548. Recuperado de <https://doi.org/10.1126/sciadv.add1602>

SOLEDAD FABBRI, María. Las técnicas de investigación: La observación [En línea]. 1998, p. 1–9.

TCHETGNIA NGASSAM, Inès L.; ARITO, Philemon; BEUSHAUSEN, Hans. A new approach for the mix design of (patch) repair mortars [En línea]. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 2018, vol. 10, no 3, p. 259-265.

TOPÇU, İlker Bekir; ATEŞİN, Özgün. Effect of high dosage lignosulphonate and naphthalene sulphonate based plasticizer usage on micro concrete properties [En línea]. *Construction and Building Materials*, 2016, vol. 120, p. 189-197. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.112>

VÁZQUEZ-ROWE, Ian, Kurt ZIEGLER-RODRIGUEZ, Jara LASO, Isabel QUISPE, Rubén ALDACO et al. Production of cement in Peru: understanding carbon-related environmental impacts and their policy implications [En línea]. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 142, 2019, pp. 283–292. ISSN 0921-3449. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.12.017>.

WANG, Chenman, Obada KAYALI y Jong-Leng LIOW. Effect of electrostatic repulsion induced by superplasticizers on the flow behaviour of fly ash pastes. En: *Fifth international conference on sustainable construction materials and technologies* [en línea]. Coventry University and The University of

Wisconsin Milwaukee Centre for By-products Utilization, 2019. ISBN 9781078314435. Recuperado de <https://doi.org/10.18552/2019/idsomt5020>

WORLDMETEO. El tiempo en Comas, Perú. *Worldmeteo* [en línea]. [sin fecha]. Recuperado de <https://www.worldmeteo.info/es/america-del-sur/peru/comas/tiempo-225459/>

YOUNG, J. Portland cements [En línea]. 2001. ISBN 9780080431529. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/B0-08-043152-6/01398-X>.

YU, Xiangpeng, et al. Properties and Compatibility Assessment of the Slurry with Quicklime for Fissure Restoration of Earthen Sites in Northwest China [En línea]. *Coatings*, 2022, vol. 12, no 9, p. 1255. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/coatings12091255>

ZHANG, Wei, Qiaofeng ZHENG, Ashraf ASHOUR y Baoguo HAN. *Self-healing cement concrete composites for resilient infrastructures: a review* [En línea]. *Composites Part B: Engineering*, vol. 189. 2020, p. 107892. ISSN 1359-8368. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2020.107892>.

# ANEXOS

## Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Influencia de la adición de cal viva y plastificante SikaCem en la durabilidad del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Comas-Lima, 2023

Autor: Olivera Cahuana, Oscar Joel y Salinas Morales, Cristian Antogenes

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	
<b>Variables independientes</b>						
Cal viva	La cal viva, también llamada óxido de calcio, es un compuesto químico inorgánico que se produce al calentar la piedra caliza a elevadas temperaturas. Cuando la cal viva se pone en contacto con el agua, ocurren dos procesos simultáneos, un aumento en la temperatura debido a una reacción exotérmica y una expansión en el volumen de la pasta (Moropoulou, et al., 2001, p. 637).	Se evaluó la cal viva en diferentes proporciones en relación al contenido de cemento, incluyendo dosificaciones del 0%, 5%, 10% y 15%. Estas proporciones se emplearon para analizar su impacto en la durabilidad del concreto en términos de resistencia al ataque de sulfatos, ciclos de congelación y porosidad. La investigación arrojó información relevante sobre cómo la cal viva influyó en la capacidad del concreto para enfrentar condiciones desafiantes y mantener su integridad con el tiempo.	Dosificación	porcentaje de cal viva agregada (0%, 5%, 10%, 15%)	De razón	
			Propiedades	Propiedades químicas		
Plastificante SikaCem	SikaCem es una marca comercial de aditivos plastificantes utilizados en la industria del concreto. Los plastificantes son aditivos utilizados en el concreto para reducir la cantidad de agua necesaria en la mezcla sin afectar su consistencia y mejorar su fluidez sin cambios en el contenido de agua (Topçu et al., 2016, p. 189). Los plastificantes como el SikaCem se utilizan ampliamente en la construcción de estructuras de concreto, tanto en proyectos comerciales como residenciales.	El plastificante SikaCem se empleó en diferentes dosificaciones en relación al contenido de cemento. Se consideraron dosificaciones de 0% y 0.5%. Estas dosificaciones se emplearon para caracterizar y evaluar su impacto en la durabilidad del concreto en términos de sus propiedades físicas y mecánicas.		Dosificación		porcentaje de plastificante agregado (0% y 0.5%)
			Características	Composición		
<b>Variable dependiente</b>						
Durabilidad del concreto	La durabilidad del concreto se refiere a la capacidad del material para resistir los efectos de factores ambientales y de servicio a lo largo del tiempo, manteniendo sus propiedades y funcionalidad. Con el paso del tiempo, el concreto puede experimentar diferentes formas de deterioro, en climas exteriores, los problemas más comunes de durabilidad están relacionados con la corrosión del refuerzo y el daño causado por las heladas (Nilsson, 2003, p. 3). Una estructura de concreto duradero es aquella que conserva su integridad estructural, su apariencia estética y sus propiedades mecánicas a lo largo de su vida útil prevista. La durabilidad del concreto es fundamental para asegurar la seguridad, la funcionalidad y la vida útil de las estructuras de construcción.	La durabilidad del concreto se evaluó exponiendo probetas a condiciones extremas, incluyendo un tratamiento con sulfato de magnesio a una concentración de 10 g/l y ciclos de congelación alternando temperaturas entre -15 °C y 20 °C, simulando fluctuaciones de temperatura. Este enfoque permitió evaluar la capacidad del concreto para resistir tensiones mecánicas y reacciones químicas adversas.	Mezcla en estado fresco	Trabajabilidad		
				Contenido de aire		
			Mezcla en estado endurecido	Resistencia a compresión		
				Resistencia a penetración de sulfatos		
	Resistencia a ciclos de congelación					
	Porosidad					

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Título: Influencia de la adición de cal viva y plastificante SikaCem en la durabilidad del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Comas-Lima, 2023

Autor: Olivera Cahuana, Oscar Joel y Salinas Morales, Cristian Antogenes

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables independientes			
¿Cómo influye la cal viva y el plastificante SikaCem en la durabilidad del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima, 2023?	Evaluar la influencia de la adición de cal viva y plastificante SikaCem en la durabilidad del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima, 2023	La adición de cal viva y plastificante SikaCem influyen positivamente en la durabilidad del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima, 2023	Cal viva	Dosificación	porcentaje de cal viva agregada (0%, 5%, 10%, 15%)	Ficha de recolección de datos
				Propiedades	Propiedades químicas Propiedades físicas	
			Plastificante SikaCem	Dosificación	porcentaje de plastificante agregado (0% y 0.5%)	
				Características	Composición	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente			
¿En cuánto influye la adición de cal viva y plastificante SikaCem en las propiedades de la mezcla $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en estado fresco?	Determinar la influencia de la adición de cal viva y plastificante SikaCem en las propiedades de la mezcla $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en estado fresco.	La adición de cal viva y plastificante SikaCem influye significativamente en las propiedades de la mezcla $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en estado fresco	Durabilidad del concreto	Mezcla en estado fresco	Trabajabilidad	Ficha de resultados del laboratorio (ASTM C143)
					Contenido de aire	Ficha de resultados del laboratorio (ASTM C231)
¿En cuánto influye la adición de cal viva y plastificante SikaCem en las propiedades de la mezcla $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en estado endurecido?	Determinar la influencia de la adición de cal viva y plastificante SikaCem en las propiedades de la mezcla $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en estado endurecido.	La adición de cal viva y plastificante SikaCem influye significativamente en las propiedades de la mezcla $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en estado endurecido	Durabilidad del concreto	Mezcla en estado endurecido	Resistencia a compresión	Ficha de resultados del laboratorio (ASTM C39)
					Resistencia a penetración de sulfatos	Ficha de resultados del laboratorio (ASTM C39)
					Resistencia a ciclos de congelación	Ficha de resultados del laboratorio (ASTM C39)
¿Cuál es el porcentaje óptimo de cal viva y plastificante SikaCem para mejorar la durabilidad del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ?	Determinar el porcentaje de dosificación óptimo de cal viva y plastificante SikaCem para mejorar la durabilidad del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .	El porcentaje óptimo de cal viva y plastificante SikaCem para mejorar la durabilidad del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ se encuentra entre 5% y 15% de cal viva y 0.5% de plastificante SikaCem.			Porosidad	Ficha de resultados del laboratorio (ASTM C-642)

### Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de cal viva y plastificante Sikacem

"Influencia de la adición de cal viva y plastificante Sikacem en la durabilidad del concreto  
f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023"

Fecha: 24/07/2023  
Numero de ficha: 2

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica  
Provincia: Lima    Distrito: Comas    Localidad:

Parte B: Dosificación de cal viva

0%	
5%	
10%	
15%	

Parte C: Dosificación de plastificante

0%	
0.5%	

Opinión de aplicabilidad: Aplicable     Aplicable después de corregir     No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Miranda Rueda, Richard

Especialista: Metodólogo     Temático

Grado: Maestro     Doctor

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 238713

  
RICHARD ALEXIS  
MIRANDA HUCOCHA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238713  
Firma y Sello

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de cal viva y plastificante Sikacem

"Influencia de la adición de cal viva y plastificante Sikacem en la durabilidad del concreto  
f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023"

Fecha: 24/07/2023  
Numero de ficha: 7

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica  
Provincia: Lima    Distrito: Comas    Localidad:

Parte B: Dosificación de cal viva

0%	
5%	
10%	
15%	

Parte C: Dosificación de plastificante

0%	
0.5%	

Opinión de aplicabilidad: Aplicable     Aplicable después de corregir     No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Espejo Cuchumán, Wendy Dora

Especialista: Metodólogo     Temático

Grado: Maestro     Doctor

Título profesional: Ingeniera Civil

Nº de registro CIP: 238549

  
Wendy Dora Espejo Cuchumán  
INGENIERA CIVIL  
CIP N° 238549  
Firma y Sello

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de cal viva y plastificante Sikacem

"Influencia de la adición de cal viva y plastificante Sikacem en la durabilidad del concreto  
f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023"

Fecha: 24/07/2023  
Numero de ficha: 2

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica  
Provincia: Lima    Distrito: Comas    Localidad:

Parte B: Dosificación de cal viva

0%	
5%	
10%	
15%	

Parte C: Dosificación de plastificante

0%	
0.5%	

Opinión de aplicabilidad: Aplicable     Aplicable después de corregir     No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Boza Velasco, Yersarja

Especialista: Metodólogo     Temático

Grado: Maestro     Doctor

Título profesional: ING. CIVIL

Nº de registro CIP: 80500

  
Yersarja Boza Velasco  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 80500  
Firma y Sello

# Anexo 4. Validez

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
De criterio	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos		X	
Total				

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Miranda Rucoba, Richard Alexis

Especialista: Metodólogo  Temático

Grado: Maestro  Doctor

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 238713

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
 RICHARD ALEXIS  
 MIRANDA RUCOBA  
 Ingeniero Civil  
 RIN y SERN 113

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
De criterio	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos		X	
Total				

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Espinoza Colmanera, Wendy Diana

Especialista: Metodólogo  Temático

Grado: Maestro  Doctor

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 238547

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
 WENDY DIANA ESPINOZA COLMANERA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 238547

Firma y Sello

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
De criterio	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos		X	
Total				

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Biza Olacena Yarespica

Especialista: Metodólogo  Temático

Grado: Maestro  Doctor

Título profesional: ING. CIVIL

N° de registro CIP: 80500

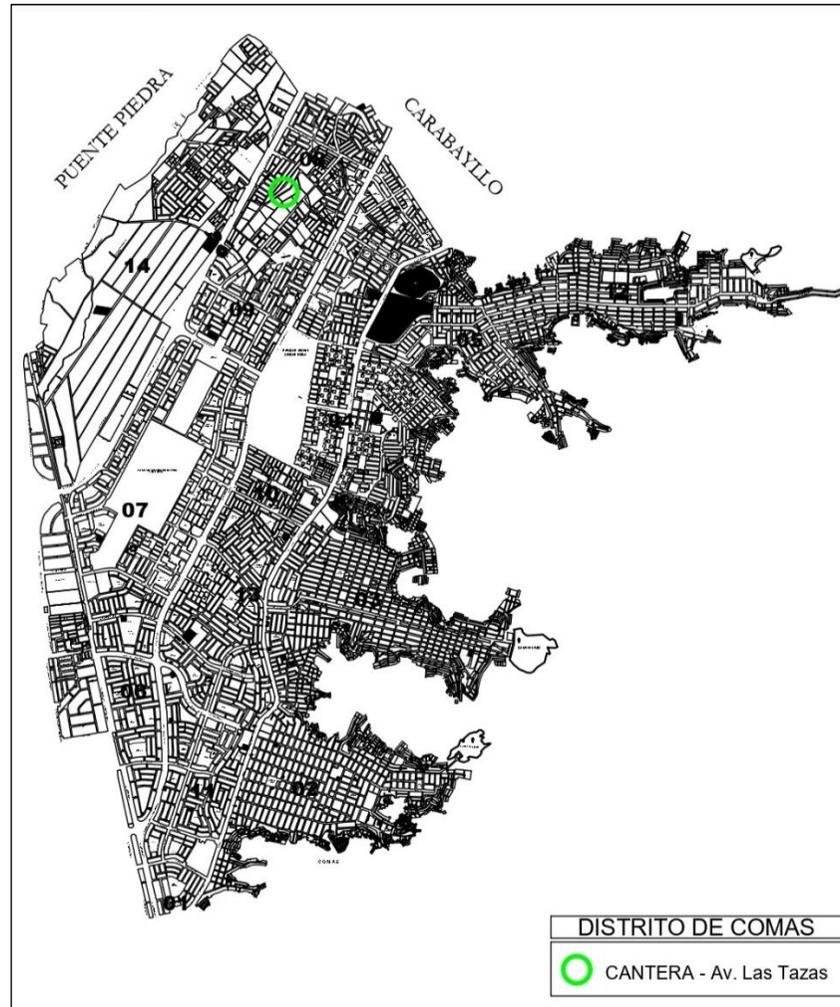
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
 BIZA OLACENA YARESPICA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 80500

Firma y Sello

Anexo 5. Mapa

**Distrito de Comas**



Anexo 6. Panel fotográfico

**Materiales para los ensayos**

	
<p><b>Cal viva</b></p>	<p><b>Plastificante SikaCem</b></p>
	
<p><b>Agregado grueso</b></p>	<p><b>Agregado fino</b></p>
	
<p><b>Cemento</b></p>	<p><b>Cono de abrams</b></p>



**Granulometría**



**Peso unitario**



**Gravedad específica**



**Olla Washington**



**Elaboración de probetas**



**Probetas endurecidas**

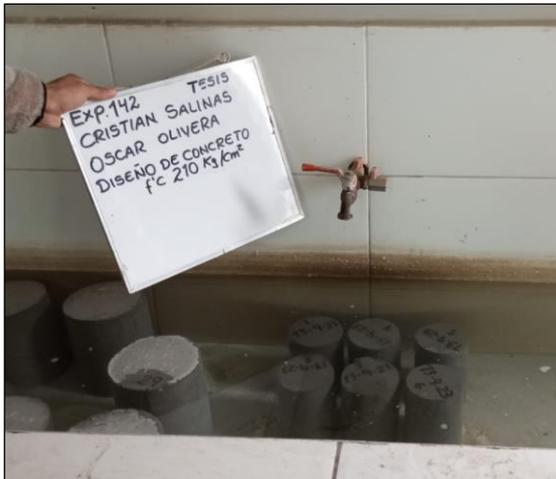
## Ciclos de congelación



**Curado en sulfatos (sulfato de magnesio)**



**Probetas en congelación y deshielo**



**Curado en poza**



**Rotura de probetas**



**Inmersión de moldes**



**Pesado de moldes**



JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

**“Comas – Lima”**  
**(EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO)**

**Título de tesis**  
**Influencia de la adición de cal viva y plastificante**  
**SikaCem en la durabilidad del concreto  $f'c=210$**   
**kg/cm<sup>2</sup>, Comas-Lima, 2023**

LIMA — PERÚ

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

Índice

1.DATOS GENERALES .....	3
2.ENSAYOS SOLICITADOS Y METODOLOGÍA UTILIZADA .....	3
3.DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS .....	6
<b>ORIGEN DE LOS AGREGADOS.....</b>	<b>6</b>
<b>ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO FINO .....</b>	<b>7</b>
<b>ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO.....</b>	<b>12</b>
<b>DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND .....</b>	<b>16</b>
<b>DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL, 0.5% DE SIKASEM, 5% DE CAL VIVA .....</b>	<b>23</b>
<b>DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL, 0.5% DE SIKASEM, 10% DE CAL VIVA .....</b>	<b>30</b>
<b>DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL, 0.5% DE SIKASEM, 15% DE CAL VIVA .....</b>	<b>37</b>

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**JBO INGENIEROS**  
**SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

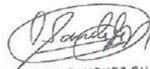
**INFORME DE ENSAYO**

**1. DATOS GENERALES**

EXPEDIENTE : N° 142-2023-JBO  
NOMBRE DEL LABORATORIO : JBO INGENIEROS S.A.C.  
PROYECTO : Influencia de la adición de cal viva y plastificante Sikacem en la durabilidad del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.

UBICACIÓN  
REGION : LIMA  
DEPARTAMENTO : LIMA  
PROVINCIA : LIMA  
DISTRITO : COMAS

PRESUPUESTO DE LA OBRA: : S/. 5423.00  
Inicio de ensayo : 02 de Setiembre del 2023  
Emisión de informe: : 26 de Octubre del 2023

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

**2. ENSAYOS SOLICITADOS Y METODOLOGÍA UTILIZADA**

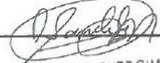
ENSAYO	NORMATIVA
<b>ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS</b>	
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	NTP 400.012 / ASTM C 136: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global
	ASTM D 2487: Práctica estándar para la clasificación de suelos con fines de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
	ASTM D 3282: Práctica estándar para la clasificación de suelos y mezclas de suelo y agregados para fines de construcción de carreteras
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS	NTP 339.129 / ASTM D 4318: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	NTP 339.129 / ASTM D 4318: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO	NTP 339.185 / ASTM C 566: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ DE 75 $\mu$ m (N° 200) POR LAVADO	NTP 400.018 / ASTM C 117: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 $\mu$ m (N° 200) por lavado de agregados
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE FINEZA	ASTM C 136: Método de prueba estándar para análisis de tamiz de agregados finos y gruesos



INGENIEROS S.A.C

**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

	ASTM C 117: Método de prueba estándar para materiales más finos que el tamiz de 75 µm (No. 200) en agregados minerales mediante lavado
	ASTM C 125: Terminología estándar relativa al hormigón y a los áridos de hormigón.
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS	NTP 400.021 / ASTM C 127: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso
PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS	NTP 400.017 / ASTM C 29: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados
<b>DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND</b>	
DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND	Cemento APU Tipo GU (Cemento hidráulico de uso general), proporcionado por el solicitante.
ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP)	ASTM C 143/C143M-10a Método de prueba estándar para el asentamiento del concreto de cemento hidráulico
ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO	ASTM C39 / C39M - 12 Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de muestras de hormigón cilíndricas.
CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO POR EL MÉTODO DE PRESIÓN	ASTM C231 / C231M - 10 Método de prueba estándar para el contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método de presión
	AASHTO T 152 Método estándar de prueba para el contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método de presión
DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO	ASTM C231 / C231M - 10 Método de prueba estándar para el contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método de presión
	AASHTO T 152 Método estándar de prueba para el contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método de presión
<b>DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO CON PLATIFICANTE 0.5% Y CAL VIVA 5%, CON CEMENTO PORTLAND</b>	
DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND	Cemento APU Tipo GU (Cemento hidráulico de uso general), proporcionado por el solicitante.
ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP)	ASTM C 143/C143M-10a Método de prueba estándar para el asentamiento del concreto de cemento hidráulico
ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO	ASTM C39 / C39M - 12 Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de muestras de hormigón cilíndricas.
CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO POR EL MÉTODO DE PRESIÓN	ASTM C231 / C231M - 10 Método de prueba estándar para el contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método de presión
	AASHTO T 152 Método estándar de prueba para el contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método de presión

  
 JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 537E



**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO	ASTM C231 / C231M - 10 Método de prueba estándar para el contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método de presión
	AASHTO T 152 Método estándar de prueba para el contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método de presión
<b>DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO CON PLATIFICANTE 0.5% Y CAL VIVA 10%, CON CEMENTO PORTLAND</b>	
DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND	Cemento APU Tipo GU (Cemento hidráulico de uso general), proporcionado por el solicitante.
ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP)	ASTM C 143/C143M-10a Método de prueba estándar para el asentamiento del concreto de cemento hidráulico
ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO	ASTM C39 / C39M - 12 Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de muestras de hormigón cilíndricas.
CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO POR EL MÉTODO DE PRESIÓN	ASTM C231 / C231M - 10 Método de prueba estándar para el contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método de presión
	AASHTO T 152 Método estándar de prueba para el contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método de presión
DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO	ASTM C231 / C231M - 10 Método de prueba estándar para el contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método de presión
	AASHTO T 152 Método estándar de prueba para el contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método de presión
<b>DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO CON PLATIFICANTE 0.5% Y CAL VIVA 15%, CON CEMENTO PORTLAND</b>	
DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND	Cemento APU Tipo GU (Cemento hidráulico de uso general), proporcionado por el solicitante.
ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP)	ASTM C 143/C143M-10a Método de prueba estándar para el asentamiento del concreto de cemento hidráulico
ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO	ASTM C39 / C39M - 12 Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de muestras de hormigón cilíndricas.
CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO POR EL MÉTODO DE PRESIÓN	ASTM C231 / C231M - 10 Método de prueba estándar para el contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método de presión
	AASHTO T 152 Método estándar de prueba para el contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método de presión
DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO	ASTM C231 / C231M - 10 Método de prueba estándar para el contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método de presión
	AASHTO T 152 Método estándar de prueba para el contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método de presión

  
 JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

**3. DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS  
ORIGEN DE LOS AGREGADOS**

**Agregado fino**

Fue recepcionado, El agregado fino, arena gruesa

**Agregado grueso**

Fue recepcionado el agregado grueso, piedra chancada

**ORIGEN DE LOS ADITIVOS**

**Plastificante Sikacem**

Fue recepcionado el plastificante de la marca Sikacem,

**Cal viva**

*Marca*

Fue recepcionado, la cal viva

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO FINO**

Cantera : Comas  
 Tipo de Agregado : Agregado Fino  
 Presentación : 01 Saco de polipropileno  
 Cantidad : 45 kg aprox  
 Contenido de Humedad (%) : 6.0 %

**Proceso:**

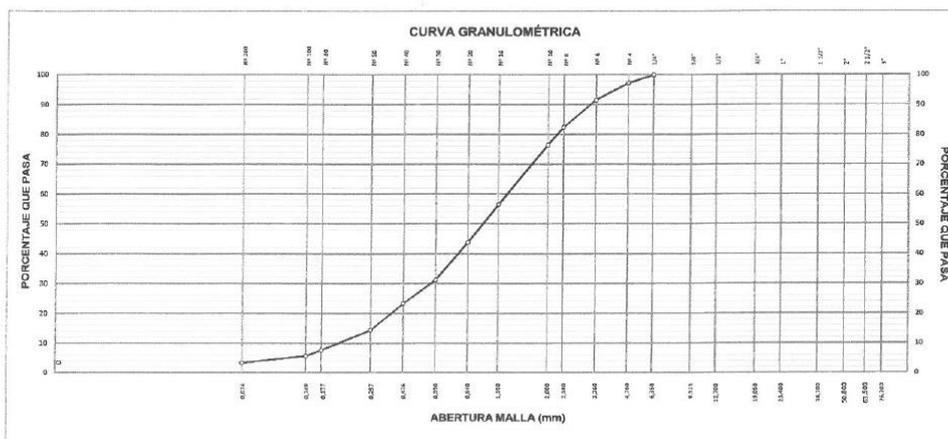
Para el ensayo de análisis granulométrico del agregado fino, se tiene como finalidad conocer la calidad del material para la elaboración de las probetas, cumpliendo con las especificaciones técnicas y normativas exigidas, es así, que se realiza la granulometría del agregado fino, para ello se tomara una cantidad de muestra del agregado, para llevarla al horno y realizar el proceso de secado, a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C, eliminando la humedad, luego se dejó que la muestra se enfríe a temperatura ambiente, para realizar el proceso de tamizado, en el rango de tamaños de los tamices respectivo a lo indicado en la norma, que es para agregado fino de 3/8" al N°200, para colocarse la muestra en el tamiz y con el uso de un agitador mecánico se realizó el tamizado de la muestra, hasta cerciorarse de que no pasara más material por el tamiz, luego del proceso se pesaron las cantidades de material retenidos en cada uno de los tamices y se registraron los pesos obtenidos, siguiendo las nomas del MTC E 204 – 2016

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS					
MALLAS		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	75.000				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				
1/4"	6.250				100.0
N° 4	4.750	13.4	2.6	2.6	97.4
N° 6	3.350	29.8	5.8	8.4	91.6
N° 8	2.360	46.8	9.1	17.5	82.5
N° 10	2.000	30.9	6.0	23.5	76.5
N° 16	1.180	102.4	19.9	43.4	56.6
N° 20	0.850	65.9	12.8	56.2	43.8
N° 30	0.600	64.8	12.6	68.8	31.2
N° 40	0.425	40.1	7.8	76.6	23.4
N° 50	0.300	45.8	8.9	85.5	14.5
N° 80	0.177	34.5	6.7	92.2	7.8
N° 100	0.150	10.3	2.0	94.2	5.8
N° 200	0.075	11.8	2.3	96.5	3.5
-200	MTC E 202	18.0	3.5	100.0	-

  
 JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781

**Proceso:**

La realización de la curva granulométrica es para conocer las propiedades de los suelos y de acorde a ello tomar decisiones en el diseño de estructuras, es así como el gráfico utilizado para representar la distribución de tamaños de partículas de los suelos, está basado en función del diámetro de las partículas, siendo así que la curva se construye trazando el porcentaje acumulado de los pesos que pasa a través de cada tamaño de tamiz estándar, frente al tamaño de las aberturas de los tamices, así que los valores encontrados en el análisis granulométrico del agregado fino, se colocara en el gráfico, para obtener la curva granulométrica, para ello se emplea la norma de ASTM D2487



**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)**

**Proceso:**

En la búsqueda del límite líquido es indispensable para conocer el comportamiento del material frente a cargas y saber la forma de diseño a realizar, es así que es necesario para conocer la propiedad del suelo cuando cambia de un estado plástico a uno semilíquido y frente a cargas, por ello para determinar el límite líquido del suelo, involucra la realización de pruebas de penetración en una muestra de suelo con una herramienta denominada "Copo de Casagrande". Este procedimiento implica aplicar impactos o movimientos repetidos a una muestra de suelo mezclada con una cantidad específica de agua para determinar el punto en el cual la muestra cambia de un estado plástico a uno semilíquido así siguiendo a detalle las normas del MTC E 110 - 2016 para realizar la prueba, teniendo en este contexto un límite líquido de no presente.

El Límite Plástico es otra propiedad importante de los suelos que indica la humedad máxima a la cual un suelo permanece plástico, para determinar el límite plástico se realiza la preparación de una muestra de suelo mezclada con agua, similar al método utilizado para la determinación del límite líquido, pero aquí se trabaja con una muestra que tiene una humedad más alta, por ello se sigue los pasos de las normas del MTC E 111 - 2016 que describe los pasos precisos a seguir para realizar las pruebas, obteniendo en el ensayo con la muestra la no presencia del límite plástico.

El Índice de Plasticidad proporciona información sobre la plasticidad y la cohesión de un suelo, y es una medida que se obtiene a partir de los resultados de los límites líquido y plástico de una muestra, obteniéndose de la resta del valor del límite plástico al límite líquido, para ello se siguen las normas del MTC E 111 - 2016, obteniéndose en el ensayo de la muestra la no presencia del índice de plasticidad.

JUAN SÉRGIO SÁNCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59761

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°						
Cápsula N°	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del Agua (g)	--	--	--	--	--	--
Peso de la cápsula (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Contenido de humedad (%)	--	--	--	--	--	--
Número de golpes	--	--	--	--	--	--

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍND. PLASTICIDAD (%)	NP

**MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO**

Para el ensayo se selecciona una muestra representativa del agregado, se pesa en el recipiente limpio y seco que contendrá la muestra y se registra su peso, luego se coloca la muestra en un recipiente y se pone en un horno precalentado a una temperatura de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ , para verificar que esta secada la muestra, se pesa, verificando a que presente un peso constante, lo que indica que la muestra está completamente seca, así se pesa la muestra en un recipiente, y se registra su peso, el cálculo de la diferencia entre el peso de la muestra húmeda y con la muestra seca, hace que la diferencia presente la cantidad de humedad en la muestra, como porcentaje respecto al peso seco original de la muestra, esto se realiza, siguiendo la norma del MTC E 215 - 2016

IDENTIFICACIÓN	Cantera
Peso del suelo húmedo (g)	545.2
Peso del suelo seco (g)	514.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.0

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ DE 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) POR LAVADO**

**Proceso:**

Para el proceso se toma una muestra representativa del agregado fino, se seca la muestra en el horno y se registra su peso, luego se procede al lavado del material fino, donde se coloca la muestra en el recipiente para lavado y se agrega agua, se agita manualmente la muestra y el agua para separar el material fino, se continua el lavado hasta que el agua que pasa a través del tamiz N° 200 sea relativamente clara, lo que indica que se ha eliminado la mayor cantidad posible de material fino, luego se realiza el tamizado y secado, se retira cuidadosamente la muestra y el material retenido en el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) sobre un recipiente adecuado, luego se secala muestra retenida en el horno y se registra su peso.

Luego se realiza el cálculo de la cantidad de material fino, en la cual se calcula la diferencia del peso entre la muestra seca inicial y el material retenido en el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  después del secado, esta diferencia de peso representa la cantidad de material fino que pasa a través del tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200)



INGENIEROS S.A.C

**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

por el lavado, y así se expresa el porcentaje del peso inicial de la muestra, así es esencial, seguir los pasos de la normativa MTC E 202 – 2016.

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Identificación	Cantera
Peso del recipiente + suelo seco (sin lavar) (g)	629.6
Peso del recipiente + suelo seco (lavado) (g)	611.6
Peso del recipiente (g)	115.1
Porcentaje de suelo más fino que el tamiz N° 200 (%)	3.5

**Determinación del Módulo de Fineza**

Proceso:

La determinación del módulo de fineza es importante para realizar el diseño de mezclas de concreto es así como se comienza con el secado de la muestra en el horno y se deja que se enfríe a temperatura ambiente, luego se realiza el tamizado en los tamices de 3/8" al N°200, respectivo a la muestra de agregado fino, luego se obtiene el porcentaje acumulado de material que pasa a través de cada tamaño de tamiz, y se calcula el porcentaje acumulado que pasa a través de cada tamaño de tamiz, utilizando estos porcentajes acumulados para determinar el Módulo de Fineza según la fórmula establecida en la normativa MTC E 204 – 2016, se halla el Módulo de Fineza, como la suma de los porcentajes acumulados que pasan a través de tamices específicos divididos por 100.

MALLAS		Agregado fino			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO (g)	RET. (%)	RET. AC. (%)	PASA (%)
3"	75.000				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				100.0
1/4"	6.250				100.0
N° 4	4.750	13.3	2.6	2.6	97.4
N° 6	3.350	29.6	5.8	8.4	91.6
N° 8	2.360	46.4	9.1	17.5	82.5
N° 10	2.000	30.6	6.0	23.5	76.5
N° 16	1.180	101.5	19.9	43.4	56.6
N° 20	0.850	65.3	12.8	56.2	43.8
N° 30	0.600	64.2	12.6	68.8	31.2
N° 40	0.425	39.8	7.8	76.6	23.4
N° 50	0.300	45.4	8.9	85.5	14.5
N° 80	0.177	34.2	6.7	92.2	7.8
N° 100	0.150	10.2	2.0	94.2	5.8
N° 200	0.075	11.7	2.3	96.5	3.5
- N° 200	MTC E 202	17.8	3.5	100.0	

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

$$MF = \frac{\sum \% \text{ret. ac.} \left( \begin{array}{l} 3'' + 1\frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' + \frac{3}{8}'' \\ + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 \\ + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 \\ + N^{\circ}50 + N^{\circ}100 \end{array} \right)}{100}$$

<b>MÓDULO DE FINEZA</b>
ASTM C 125
3.1

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS**

Proceso:

La gravedad específica y absorción de agregados finos es fundamental para evaluar la calidad y el comportamiento de los agregados en la elaboración de concreto, para el ensayo se obtiene una muestra representativa del agregado fino, la cual se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C, y se pesa la muestra, luego se deja enfriar a temperatura ambiente, y se realiza la etapa de determinación de la gravedad específica, en la cual se llena la probeta con una cantidad específica de agua, se mide el volumen del agua en la probeta y registrar el valor como V1, luego se coloca la muestra de agregado fino en la probeta hasta alcanzar un nivel específico, y se mide el volumen total de agua y agregado fino y se registra el valor, como V2, se calcula el volumen de agregado fino sumando el volumen total (V2) menos el volumen inicial de agua (V1), así para el cálculo de la gravedad específica se divide el peso seco de la muestra por el volumen de la muestra de agregado fino.

Para la determinación de la absorción de agregados finos, se sumerge la muestra de agregado fino en agua durante un período específico, luego se retira la muestra, se seca suavemente la superficie con un paño y se procede a pesarla, se calcula la absorción como el cambio en el peso de la muestra, después de la inmersión, dividido por el peso seco original de la muestra, expresado como un porcentaje, para el desarrollo de estos ensayos y procesos, se siguieron las condiciones establecidas en la normativa MTC E 205 – 2016.

DESCRIPCIÓN		AGREGADO FINO
Peso material saturado y superficie seca (en aire)	(g)	300.0
Peso fiola + H2O	(g)	666.3
Peso fiola + H2O + material	(g)	966.3
Peso fiola + H2O + material saturado y superficie seca	(g)	855.1
Volumen sólidos + volumen de vacíos	(cm3)	111.2
Peso material seco a 105 °C	(g)	297.3
Volumen de sólidos	(cm3)	108.5
Peso bulk base seca	(g/cm3)	2.674
Peso bulk base saturada	(g/cm3)	2.698
Peso aparente base seca	(g/cm3)	2.740
Absorción	(%)	0.91

  
JUAN SÉRGIO SANCHEZ QUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

**PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS**

Proceso:

La determinación del peso unitario de vacíos en el agregado, sirve para la evaluación de la calidad y el comportamiento de los agregados utilizados en la construcción, es así como se halla el peso unitario, se selecciona un recipiente limpio, se llena el recipiente con una cantidad específica de agregado fino de manera uniforme y sin compactar, se pesa el recipiente lleno de agregado y se registra el peso, luego se mide el volumen ocupado por el agregado, y se calcula el peso unitario dividiendo el peso de los agregados por el volumen ocupado en el recipiente.

Para la determinación del contenido de vacíos, se pesa el recipiente limpio y seco, se llena el recipiente con una cantidad específica de agregado fino, y compactando uniformemente con el agitador mecánico, se pesa el recipiente lleno con el agregado compactado y se registra este peso, para calcular el contenido de vacíos, se resta el peso del recipiente lleno con los agregados compactados del peso del recipiente vacío, luego se expresa como un porcentaje del volumen total del agregado compactado, para el proceso es esencial seguir los procedimientos detallados en la normativa MTC E 203 - 2016

AGREGADO FINO						
N°	CONDICIÓN SUELTA			CONDICIÓN COMPACTADA		
	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )
1	6780	4027	1.444	7029	4276	1.533
2	6772	4019	1.441	7037	4284	1.536
3	6786	4033	1.446	7040	4287	1.537
Promedio			1.444	Promedio		1.536
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )			1444	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )		1536
VACÍOS (%)			45.9	VACÍOS (%)		42.4

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO**

Proceso:

El ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso tiene como finalidad conocer la calidad del material para la elaboración de las probetas, cumpliendo con las especificaciones técnicas y normativas exigidas, es así, que se realiza la granulometría del agregado grueso, para ello se tomara una cantidad de muestra del agregado, para llevarla al horno y realizar el proceso de secado, a una temperatura de 110° ± 5 °C, eliminando la humedad, luego se dejó que la muestra se enfríe a temperatura ambiente, para realizar el proceso de tamizado, en el rango de tamaños de los tamices respectivo a lo indicado en la norma, que es para agregado grueso de 3/8" a 3", para colocarse la muestra en el tamiz y con el uso de un agitador mecánico se realizó el tamizado de la muestra, hasta cerciorarse de que no pasara más material por el tamiz, luego del proceso se pesaron las cantidades de material retenidos en cada uno de los tamices y se registraron los pesos obtenidos, siguiendo las nomas del MTC E 204 – 2016

  
**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59761



**MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO**

**Proceso:**

Para el ensayo se selecciona una muestra representativa del agregado grueso, se pesa en el recipiente limpio y seco que contendrá la muestra y se registra su peso, luego se coloca la muestra en un recipiente y se pone en un horno precalentado a una temperatura de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , para verificar que esta secada la muestra, se pesa, verificando a que presente un peso constante, lo que indica que la muestra está completamente seca, así se pesa la muestra en un recipiente, y se registra su peso, el cálculo de la diferencia entre el peso de la muestra húmeda y con la muestra seca, hace que la diferencia presente la cantidad de humedad en la muestra, como porcentaje respecto al peso seco original de la muestra, esto se realiza, siguiendo la norma del MTC E 215 - 2016

IDENTIFICACIÓN	Cantera Birrak
Peso del suelo húmedo (g)	5743.9
Peso del suelo seco (g)	5219.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.1

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS**

**Proceso:**

El peso específico y absorción de agregados finos es fundamental para evaluar la calidad y el comportamiento de los agregados en la elaboración de concreto, para el ensayo se obtiene una muestra representativa del agregado grueso, la cual se seca en el horno a una temperatura de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , y se pesa la muestra, luego se deja enfriar a temperatura ambiente, y se realiza la etapa de determinación de la gravedad específica, en la cual se llena la probeta con una cantidad específica de agua, se mide el volumen del agua en la probeta y registrar el valor como V1, luego se coloca la muestra de agregado grueso en la probeta hasta alcanzar un nivel específico, y se mide el volumen total de agua y agregado fino y se registra el valor, como V2, se calcula el volumen de agregado grueso sumando el volumen total (V2) menos el volumen inicial de agua (V1), así para el cálculo del peso específico se divide el peso seco de la muestra por el volumen de la muestra de agregado grueso.

Para la determinación de la absorción de agregado grueso, se sumerge la muestra de agregado grueso en agua durante un período específico, luego se retira la muestra, se seca suavemente la superficie con un paño y se procede a pesarla, se calcula la absorción como el cambio en el peso de la muestra, después de la inmersión, dividido por el peso seco original de la muestra, expresado como un porcentaje, para el desarrollo de estos ensayos y procesos, se siguieron las condiciones establecidas en la normativa MTC E 206 – 2016.

DESCRIPCIÓN		AGREGADO GRUESO
Peso material saturado y superficie seca (en aire)	(g)	1276.9
Peso material saturado y superficie seca (en agua)	(g)	816.3
Volumen sólidos + volumen de vacíos	(cm3)	460.6
Peso material seco a 105 °C	(g)	1271.8
Volumen de sólidos	(cm3)	455.5
Peso bulk base seca	(g/cm3)	2.761
Peso bulk base saturada	(g/cm3)	2.772
Peso aparente base seca	(g/cm3)	2.792
Absorción	(%)	0.40



JUAN SERGIO SANCHEZ CUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



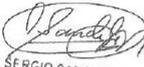
**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

**PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS**

La determinación del peso unitario de vacíos en el agregado, sirve para la evaluación de la calidad y el comportamiento de los agregados utilizados en la construcción, es así como se halla el peso unitario, se selecciona un recipiente limpio, se llena el recipiente con una cantidad específica de agregado grueso de manera uniforme y sin compactar, se pesa el recipiente lleno de agregado y se registra el peso, luego se mide el volumen ocupado por el agregado, y se calcula el peso unitario dividiendo el peso de los agregados por el volumen ocupado en el recipiente.

Para la determinación del contenido de vacíos, se pesa el recipiente limpio y seco, se llena el recipiente con una cantidad específica de agregado grueso, y compactando uniformemente con el agitador mecánico, se pesa el recipiente lleno con el agregado compactado y se registra este peso, para calcular el contenido de vacíos, se resta el peso del recipiente lleno con los agregados compactados del peso del recipiente vacío, luego se expresa como un porcentaje del volumen total del agregado compactado, para el proceso es esencial seguir los procedimientos detallados en la normativa MTC E 203 - 2016

AGREGADO GRUESO						
N°	CONDICIÓN SUELTA			CONDICIÓN COMPACTADA		
	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )
1	30680	20880	1.490	32590	22790	1.626
2	30650	20850	1.487	32360	22560	1.609
3	30570	20770	1.482	32480	22680	1.618
Promedio			1.486	Promedio		1.618
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )			1486	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )		1618
VACÍOS (%)			46.1	VACÍOS (%)		41.3

  
 JUAN SÉRGIO SÁNCHEZ CUANDO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

**DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND**

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS**

Nota:

Los valores que se calcularon en el análisis granulométrico, serán necesarios para este proceso, es por ello que se expone los datos más relevantes en la tabla.

IDENTIFICACIÓN			FINO	GRUESO
PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	(ASTM C-127/C-128)	2.674	2.761
PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1444	1486
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1536	1618
ABSORCIÓN	(%)	(ASTM C-127/C-128)	0.91	0.40
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	(ASTM C-566)	5.97	0.24
MÓDULO DE FINEZA		(ASTM C-125)	3.10	--
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)		--	3/4

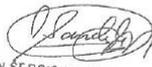
**DISEÑO DE MEZCLA**

Proceso:

Para este proceso se tomaron los valores de la ficha técnica del cemento APU Tipo GU, organizando las proporciones de los materiales para el diseño de la mezcla en seco, para luego corregirlo con un diseño que considere el porcentaje de humedad de los agregados.

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	375 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	917 kg	104.05 (kg./bol.)	2.54
AGREGADO GRUESO	840 kg	95.27 (kg./bol.)	2.26
AGUA	210 litros ó kg	23.80 (litros/bol.)	23.80 (litros/bol.)

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	375 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	972 kg	110.26 (kg./bol.)	2.54
AGREGADO GRUESO	842 kg	95.50 (kg./bol.)	2.26
AGUA	165 litros ó kg	18.69 (litros/bol.)	18.69 (litros/bol.)

  
 JUAN SÉRGIO SANCHEZ CUANDO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

**ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP)**

**DATOS DEL DISEÑO**

Diseño 1 : Cemento APU Tipo GU  
Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Slump de diseño : 3 a 4 pulg

**Proceso:**

Para el asentamiento de concreto, se emplea el cono de Abrams, que para el ensayo de asentamiento, se humedece el cono de Abrams, y se coloca el cono sobre una superficie plana y no absorbente, luego se procede a llenar el cono en capas de aproximadamente un tercio de su altura con concreto fresco, y en cada capa se compacta con un número específico de golpes uniformemente distribuidos alrededor de la superficie con la varilla de compactación, en este caso con 25 golpes, finalmente se hace la remoción del cono, se retira el cono verticalmente y usa una regla u otro dispositivo de medición para medir la diferencia entre la altura inicial del concreto y la altura después de la remoción del cono, esta diferencia se registra como el asentamiento o slump para ello se sigue la normas establecidas en el ASTM C143 / C143M

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	ASENTAMIENTO DE CONCRETO FRESCO (cm)
Especímen N° 1	16/09/2023	10:00:00 a.m.	7.80
Especímen N° 2	16/09/2023	10:10:00 a.m.	7.90
Especímen N° 3	16/09/2023	10:20:00 a.m.	7.80

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO POR EL MÉTODO DE PRESIÓN**

**Proceso:**

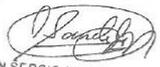
Se mide el contenido de aire, para conocer la calidad del concreto y realizar ajustes en la mezcla, en caso sea necesario, para realizar el ensayo, se prepara el equipo de medición que es la "olla Washington" y se separa muestras representativas de concreto fresco en el lugar de trabajo realizando un muestreo, luego se procede a llenar el equipo de medición de aire con agua, se coloca la muestra de concreto en el equipo de medición de aire y se somete a presión de aire, el aire atrapado en el concreto se libera y se mide, determinando así el contenido de aire presente en el concreto, y se registra el resultado, para ello se sigue la normas establecidas en el ASTM C231

IDENTIFICACIÓN	CONTENIDO DE AIRE (%)
Diseño N° 1: Concreto F'c 210kg/cm <sup>2</sup>	2.2

**ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (Curado en poza)**

**Proceso:**

Para realizar el esfuerzo de compresión de las muestras cilíndricas de concreto, probetas, se realiza el diseño específico para la prueba que es concreto con 0% de cal viva y 0% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras para la prueba de compresión, tomando las muestras cilíndricas del concreto, que son de tamaño estándar, y se asegura de que estén debidamente moldeadas, antes de realizar las pruebas, se mide con precisión el diámetro y la altura de cada muestra con un calibrador o vernier, luego se ubica la muestra cilíndrica de concreto en la máquina de ensayo de compresión y se asegura de que la muestra esté correctamente centrada y alineada en la máquina, finalmente se aplica la carga de manera gradual y uniforme a la muestra, y se registra la carga aplicada hasta que la muestra falle, esto cuando colapsa la muestra, así se registra la carga máxima soportada por la muestra antes de la falla, este ensayo se lleva de acuerdo a la norma de ASTM C39 / C39M

  
JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



INGENIEROS S.A.C

JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especímen N° 1 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.0	17,610	224.22
Especímen N° 2 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.1	18,210	227.29
Especímen N° 3 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.0	17,320	220.53
Especímen N° 1 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.0	20,550	261.65
Especímen N° 2 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.0	20,300	258.47
Especímen N° 3 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.1	21,090	263.24
Especímen N° 1 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.0	24,820	316.02
Especímen N° 2 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.0	24,580	312.96
Especímen N° 3 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.1	25,180	314.28

#### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (Curado en sulfatos)

##### Proceso:

Para realizar el esfuerzo de compresión de las muestras cilíndricas de concreto, probetas, se realiza el diseño específico para la prueba que es concreto con 0% de cal viva y 0% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua con alto contenido de sulfatos, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras para la prueba de compresión, tomando las muestras cilíndricas del concreto, que son de tamaño estándar, y se asegura de que estén debidamente moldeadas, antes de realizar las pruebas, se mide con precisión el diámetro y la altura de cada muestra con un calibrador o vernier, luego se ubica la muestra cilíndrica de concreto en la máquina de ensayo de compresión y se asegura de que la muestra esté correctamente centrada y alineada en la máquina, finalmente se aplica la carga de manera gradual y uniforme a la muestra, y se registra la carga aplicada hasta que la muestra falle, esto cuando colapsa la muestra, así se registra la carga máxima soportada por la muestra antes de la falla, este ensayo se lleva de acuerdo a la norma de ASTM C39 / C39M

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especímen N° 1 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.1	16,470	205.57
Especímen N° 2 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.0	16,440	209.32
Especímen N° 3 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.0	15,850	201.81
Especímen N° 1 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.0	17,630	224.47
Especímen N° 2 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.1	18,110	226.04
Especímen N° 3 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.0	17,190	218.87
Especímen N° 1 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.1	20,100	250.88



**JBO INGENIEROS**  
**SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

INGENIEROS S.A.C

Especimen N° 2 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.0	19,870	252.99
Especimen N° 3 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.0	19,580	249.30

**ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (Curado en ciclos de congelación y descongelación)**

Proceso:

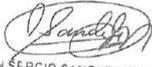
Para realizar el esfuerzo de compresión de las muestras cilíndricas de concreto, probetas, se realiza el diseño específico para la prueba que es concreto con 0% de cal viva y 0% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua, y se someten a ciclos de congelación en las noches y descongelación en las mañanas, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras para la prueba de compresión, tomando las muestras cilíndricas del concreto, que son de tamaño estándar, y se asegura de que estén debidamente moldeadas, antes de realizar las pruebas, se mide con precisión el diámetro y la altura de cada muestra con un calibrador o vernier, luego se ubica la muestra cilíndrica de concreto en la máquina de ensayo de compresión y se asegura de que la muestra esté correctamente centrada y alineada en la máquina, finalmente se aplica la carga de manera gradual y uniforme a la muestra, y se registra la carga aplicada hasta que la muestra falle, esto cuando colapsa la muestra, así se registra la carga máxima soportada por la muestra antes de la falla, este ensayo se lleva de acuerdo a la norma de ASTM C39 / C39M

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especimen N° 1 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.1	14,850	185.35
Especimen N° 2 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.0	14,570	185.51
Especimen N° 3 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.1	14,620	182.48
Especimen N° 1 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.0	16,820	214.16
Especimen N° 2 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.0	16,890	215.05
Especimen N° 3 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.0	16,140	205.50
Especimen N° 1 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.1	18,230	227.54
Especimen N° 2 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.0	17,580	223.84
Especimen N° 3 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.0	17,960	228.67

**DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO (Curado en poza)**

Proceso:

Es importante el cálculo de la densidad, poros y vacíos para conocer la calidad del concreto, ya que la densidad, porosidad y contenido de vacíos pueden influir en sus propiedades mecánicas y la durabilidad, es por ello que elaboran probetas, con el diseño específico para la prueba que es concreto con 0% de cal viva y 0% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras y se corta la probeta en tres secciones, llamándolas moldes, a estas muestras de moldes, se pesa la muestra en aire saturado y se registra como  $W_s$ , luego se ingresa la muestra al agua y pesa la muestra sumergida, registrándose como  $W_m$ .

  
JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

Para el cálculo de la densidad real de la muestra, se calcula la densidad aparente, utilizando la siguiente fórmula,  $\rho_{as} = W_s/V$ , en donde V, va a representar al volumen de la muestra, así finalmente se halla la densidad real de la muestra, empleando la siguiente fórmula  $\rho_r = (W_s / (W_s - W_w)) * \rho_{aw}$

Para el cálculo de la porosidad se emplea la fórmula de  $P = 1 - (\rho_{as} / \rho_r)$

Y finalmente para el cálculo de vacíos, se emplea la fórmula  $V_v = ((\rho_r - \rho_{as}) / \rho_r)$

Todos estos cálculos están establecidos en la norma ASTM C642 que nos ayudan a obtener mediciones precisas y confiables.

Diseño N° 1: Concreto F'c 210kg/cm2				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	849.3	908.8	880.5
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	900.7	961.3	921.5
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	901.7	962.5	934.1
Masa sumergida aparente	(g)	518.3	555.9	538.2
Absorción después de inmersión	(%)	6.1%	5.8%	4.7%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	6.2%	5.9%	6.1%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.215	2.235	2.224
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.349	2.364	2.328
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.352	2.367	2.359
Densidad aparente	g/cm3	2.566	2.575	2.572
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	13.7%	13.2%	13.5%

**DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO (Curado en sulfatos)**

Proceso:

Es importante el cálculo de la densidad, poros y vacíos para conocer la calidad del concreto, ya que la densidad, porosidad y contenido de vacíos pueden influir en sus propiedades mecánicas y la durabilidad, es por ello que elaboran probetas, con el diseño específico para la prueba que es concreto con 0% de cal viva y 0% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua con alto contenido de sulfatos, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras y se corta la probeta en tres secciones, llamándolas moldes, a estas muestras de moldes, se pesa la muestra en aire saturado y se registra como  $W_s$ , luego se ingresa la muestra al agua y pesa la muestra sumergida, registrándose como  $W_m$ .

Para el cálculo de la densidad real de la muestra, se calcula la densidad aparente, utilizando la siguiente fórmula,  $\rho_{as} = W_s/V$ , en donde V, va a representar al volumen de la muestra, así finalmente se halla la densidad real de la muestra, empleando la siguiente fórmula  $\rho_r = (W_s / (W_s - W_w)) * \rho_{aw}$

Para el cálculo de la porosidad se emplea la fórmula de  $P = 1 - (\rho_{as} / \rho_r)$

  
 JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

Y finalmente para el calculo de vacíos, se emplea la formula  $V_v = ((\rho_r - \rho_{as}) / \rho_r)$

Todos estos cálculos can establecidos en la norma ASTM C642 que nos ayudan a obtener mediciones precisas y confiables.

Diseño N° 1: Concreto F'c 210kg/cm2				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	887.8	869.3	881.7
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	940.2	923.1	934.6
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	941.6	924.6	936.1
Masa sumergida aparente	(g)	542.7	532.2	540.7
Absorción después de inmersión	(%)	5.9%	6.2%	6.0%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	6.1%	6.4%	6.2%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.226	2.215	2.230
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.357	2.352	2.364
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.360	2.356	2.367
Densidad aparente	g/cm3	2.573	2.579	2.586
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	13.5%	14.1%	13.8%

**DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO (Curado en ciclos de congelación y descongelación)**

Proceso:

Es importante el cálculo de la densidad, poros y vacíos para conocer la calidad del concreto, ya que la densidad, porosidad y contenido de vacíos pueden influir en sus propiedades mecánicas y la durabilidad, es por ello que se elaboran probetas, con el diseño específico para la prueba que es concreto con 0% de cal viva y 0% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se someten a ciclos de congelación en las noches y descongelación en las mañanas, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras y se corta la probeta en tres secciones, llamándolas moldes, a estas muestras de moldes, se pesa la muestra en aire saturado y se registra como  $W_s$ , luego se ingresa la muestra al agua y pesa la muestra sumergida, registrándose como  $W_m$ .

Para el cálculo de la densidad real de la muestra, se calcula la densidad aparente, utilizando la siguiente formula,  $\rho_{as} = W_s/V$ , en donde V, va a representar al volumen de la muestra, así finalmente se halla la densidad real de la muestra, empleando la siguiente formula  $\rho_r = (W_s / (W_s - W_w)) * \rho_{aw}$

Para el cálculo de la porosidad se emplea la fórmula de  $P = 1 - (\rho_{as} / \rho_r)$

Y finalmente para el cálculo de vacíos, se emplea la formula  $V_v = ((\rho_r - \rho_{as}) / \rho_r)$

Todos estos cálculos can establecidos en la norma ASTM C642 que nos ayudan a obtener mediciones precisas y confiables.

  
 JUAN SÉRGIO SANCHEZ QUANDO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Diseño N° 1: Concreto F'c 210kg/cm2				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	918.1	842.0	864.2
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	981.3	902.2	923.0
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	982.3	902.9	923.9
Masa sumergida aparente	(g)	560.3	510.8	522.4
Absorción después de inmersión	(%)	6.9%	7.1%	6.8%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	7.0%	7.2%	6.9%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.176	2.147	2.152
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.325	2.301	2.299
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.328	2.303	2.301
Densidad aparente	g/cm3	2.566	2.542	2.528
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	15.2%	15.5%	14.9%

  
JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



INGENIEROS S.A.C

**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

**DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL, 0.5% DE SIKASEM, 5% DE CAL VIVA, CEMENTO PORTLAND**

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS**

IDENTIFICACIÓN			FINO	GRUESO
PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	(ASTM C-127/C-128)	2.674	2.761
PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1444	1486
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1536	1618
ABSORCIÓN	(%)	(ASTM C-127/C-128)	0.91	0.40
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	(ASTM C-566)	5.97	0.24
MÓDULO DE FINEZA		(ASTM C-125)	3.10	--
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)		--	3/4

**CARACTERÍSTICAS DEL ADITIVO**

IDENTIFICACIÓN	
NOMBRE DEL ADITIVO	: SikaCem Plastificante
CARACTERÍSTICAS	: Aditivo plastificante y reductor de agua para morteros y hormigones
ASPECTO	: Líquido
COLOR	: Marrón oscuro
DENSIDAD	: 1.20 kg/l
DOSIFICACIÓN	: 0.5 % del peso del cemento

**CARACTERÍSTICAS DE LA CAL**

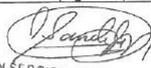
IDENTIFICACIÓN	
TIPO	: Cal Viva
ASPECTO	: Sólido, polvo fino
COLOR	: Blanco
DOSIFICACIÓN	: 5.0 % peso del cemento

**DISEÑO DE MEZCLA**

Proceso:

Para este proceso se tomaron los valores de la ficha técnica del cemento APU Tipo GU, Plastificante Sikasem y cal viva, organizando las proporciones de los materiales para el diseño de la mezcla en seco, para luego corregirlo con un diseño que considere el porcentaje de humedad de los agregados.

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	348 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	949 kg	115.81 (kg./bol.)	2.83
AGREGADO GRUESO	869 kg	106.04 (kg./bol.)	2.52
AGUA	195 litros ó kg	23.80 (litros/bol.)	23.80 (litros/bol.)
SikaCem Plastificante	1.7408 kg	177.083 (ml/bol.)	177.083 (ml/bol.)
Cal Viva	17.408 kg	2.125 (kg/bol.)	2.125 (kg/bol.)

  
 JUAN SÉRGIO SANCHEZ CUANDO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59761

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	348 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	1005 kg	122.73 (kg./bol.)	2.83
AGREGADO GRUESO	871 kg	106.30 (kg./bol.)	2.52
AGUA	148 litros ó kg	18.11 (litros/bol.)	18.11 (litros/bol.)
SikaCem Plastificante	1.7408 kg	177.083 (ml/bol.)	177.083 (ml/bol.)
Cal Viva	17.408 kg	2.125 (kg/bol.)	2.125 (kg/bol.)

**ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP)**

**DATOS DEL DISEÑO**

Diseño 2 : Cemento APU Tipo GU + 0.5 % Aditivo SikaCem Plastiment + 5.0 % Cal  
 Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Slump de diseño : 3 a 4 pulg

**Proceso:**

Para el asentamiento de concreto, se emplea el cono de Abrams, que para el ensayo de asentamiento, se humedece el cono de Abrams, y se coloca el cono sobre una superficie plana y no absorbente, luego se procede a llenar el cono en capas de aproximadamente un tercio de su altura con concreto fresco, y en cada capa se compacta con un número específico de golpes uniformemente distribuidos alrededor de la superficie con la varilla de compactación, en este caso con 25 golpes, finalmente se hace la remoción del cono, se retira el cono verticalmente y usa una regla u otro dispositivo de medición para medir la diferencia entre la altura inicial del concreto y la altura después de la remoción del cono, esta diferencia se registra como el asentamiento o slump para ello se sigue la normas establecidas en el ASTM C143 / C143M

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	ASENTAMIENTO DE CONCRETO FRESCO (cm)
Especimen N° 1	14/09/2023	12:00:00 p.m.	9.90
Especimen N° 2	14/09/2023	12:10:00 p.m.	10.00
Especimen N° 3	14/09/2023	12:20:00 p.m.	9.80

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO POR EL MÉTODO DE PRESIÓN**

**Proceso:**

Se mide el contenido de aire, para conocer la calidad del concreto y realizar ajustes en la mezcla, en caso sea necesario, para realizar el ensayo, se prepara el equipo de medición que es la "olla Washington" y se separa muestras representativas de concreto fresco en el lugar de trabajo realizando un muestreo, luego se procede a llenar el equipo de medición de aire con agua, se coloca la muestra de concreto en el equipo de medición de aire y se somete a presión de aire, el aire atrapado en el concreto se libera y se mide, determinando así el contenido de aire presente en el concreto, y se registra el resultado, para ello se sigue la normas establecidas en el ASTM C231

IDENTIFICACIÓN	CONTENIDO DE AIRE (%)
Diseño N° 2: Concreto F'c 210kg/cm <sup>2</sup> (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 5% de Cal.)	2.5

  
 JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**JBO INGENIEROS**  
**SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

**ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (Curado en poza)**

Proceso:

Para realizar el esfuerzo de compresión de las muestras cilíndricas de concreto, probetas, se realiza el diseño específico para la prueba que es concreto con 5% de cal viva y 0.5% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras para la prueba de compresión, tomando las muestras cilíndricas del concreto, que son de tamaño estándar, y se asegura de que estén debidamente moldeadas, antes de realizar las pruebas, se mide con precisión el diámetro y la altura de cada muestra con un calibrador o vernier, luego se ubica la muestra cilíndrica de concreto en la máquina de ensayo de compresión y se asegura de que la muestra esté correctamente centrada y alineada en la máquina, finalmente se aplica la carga de manera gradual y uniforme a la muestra, y se registra la carga aplicada hasta que la muestra falle, esto cuando colapsa la muestra, así se registra la carga máxima soportada por la muestra antes de la falla, este ensayo se lleva de acuerdo a la norma de ASTM C39 / C39M

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especimen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	16,950	215.81
Especimen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	16,420	209.07
Especimen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	17,190	214.56
Especimen N° 1 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	17,230	219.38
Especimen N° 2 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.1	17,680	220.67
Especimen N° 3 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	17,110	217.85
Especimen N° 1 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	17,410	221.67
Especimen N° 2 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	17,730	225.75
Especimen N° 3 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	18,120	226.17

**ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (Curado en sulfatos)**

Proceso:

Para realizar el esfuerzo de compresión de las muestras cilíndricas de concreto, probetas, se realiza el diseño específico para la prueba que es concreto con 5% de cal viva y 0.5% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua con alto contenido de sulfatos, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras para la prueba de compresión, tomando las muestras cilíndricas del concreto, que son de tamaño estándar, y se asegura de que estén debidamente moldeadas, antes de realizar las pruebas, se mide con precisión el diámetro y la altura de cada muestra con un calibrador o vernier, luego se ubica la muestra cilíndrica de concreto en la máquina de ensayo de compresión y se asegura de que la muestra esté correctamente centrada y alineada en la máquina, finalmente se aplica la carga de manera gradual y uniforme a la muestra, y se registra la carga aplicada hasta que la muestra falle, esto cuando colapsa la muestra, así se registra la carga máxima soportada por la muestra antes de la falla, este ensayo se lleva de acuerdo a la norma de ASTM C39 / C39M

  
JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



INGENIEROS S.A.C

**JBO INGENIEROS**  
**SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especímen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	17,480	222.56
Especímen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	17,190	214.56
Especímen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	17,850	227.27
Especímen N° 1 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.1	19,240	240.14
Especímen N° 2 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.1	19,090	238.27
Especímen N° 3 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	18,990	241.79
Especímen N° 1 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	20,120	251.13
Especímen N° 2 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	20,380	259.49
Especímen N° 3 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	19,880	253.12

**ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (Curado en ciclos de congelación y descongelación)**

**Proceso:**

Para realizar el esfuerzo de compresión de las muestras cilíndricas de concreto, probetas, se realiza el diseño específico para la prueba que es concreto con 5% de cal viva y 0.5% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua, y se someten a ciclos de congelación en las noches y descongelación en las mañanas, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras para la prueba de compresión, tomando las muestras cilíndricas del concreto, que son de tamaño estándar, y se asegura de que estén debidamente moldeadas, antes de realizar las pruebas, se mide con precisión el diámetro y la altura de cada muestra con un calibrador o vernier, luego se ubica la muestra cilíndrica de concreto en la máquina de ensayo de compresión y se asegura de que la muestra esté correctamente centrada y alineada en la máquina, finalmente se aplica la carga de manera gradual y uniforme a la muestra, y se registra la carga aplicada hasta que la muestra falle, esto cuando colapsa la muestra, así se registra la carga máxima soportada por la muestra antes de la falla, este ensayo se lleva de acuerdo a la norma de ASTM C39 / C39M

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especímen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	16,230	202.58
Especímen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	15,890	202.32
Especímen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	16,520	206.19
Especímen N° 1 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	16,840	214.41

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 58781



INGENIEROS S.A.C

**JBO INGENIEROS**  
**SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

Especímen N° 2 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.1	17,510	218.55
Especímen N° 3 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	16,520	210.34
Especímen N° 1 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	18,800	234.65
Especímen N° 2 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	17,990	229.06
Especímen N° 3 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	18,210	231.86

**DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO (Curado en poza)**

Proceso:

Es importante el cálculo de la densidad, poros y vacíos para conocer la calidad del concreto, ya que la densidad, porosidad y contenido de vacíos pueden influir en sus propiedades mecánicas y la durabilidad, es por ello que elaboran probetas, con el diseño específico para la prueba que es concreto con 5% de cal viva y 0.5% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras y se corta la probeta en tres secciones, llamándolas moldes, a estas muestras de moldes, se pesa la muestra en aire saturado y se registra como  $W_s$ , luego se ingresa la muestra al agua y pesa la muestra sumergida, registrándose como  $W_m$ .

Para el cálculo de la densidad real de la muestra, se calcula la densidad aparente, utilizando la siguiente formula,  $\rho_{as} = W_s/V$ , en donde V, va a representar al volumen de la muestra, así finalmente se halla la densidad real de la muestra, empleando la siguiente formula  $\rho_r = (W_s / (W_s - W_w)) * \rho_{aw}$

Para el cálculo de la porosidad se emplea la fórmula de  $P = 1 - (\rho_{as} / \rho_r)$

Y finalmente para el cálculo de vacíos, se emplea la formula  $V_v = ((\rho_r - \rho_{as}) / \rho_r)$

Todos estos cálculos can establecidos en la norma ASTM C642 que nos ayudan a obtener mediciones precisas y confiables.

Diseño N° 2: Concreto F'c 210kg/cm2 (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 5% de Cal.)				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	883.8	860.7	869.2
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	932.6	910.2	917.1
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	933.4	911.1	918.2
Masa sumergida aparente	(g)	549.4	518.7	536.7
Absorción después de inmersión	(%)	5.5%	5.8%	5.5%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	5.6%	5.9%	5.6%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.302	2.193	2.278

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.429	2.320	2.404
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.431	2.322	2.407
Densidad aparente	g/cm3	2.643	2.517	2.614
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	12.9%	12.8%	12.8%

**DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO (Curado en sulfatos)**

Proceso:

Es importante el cálculo de la densidad, poros y vacíos para conocer la calidad del concreto, ya que la densidad, porosidad y contenido de vacíos pueden influir en sus propiedades mecánicas y la durabilidad, es por ello que elaboran probetas, con el diseño específico para la prueba que es concreto con 5% de cal viva y 0.5% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua con alto contenido de sulfatos, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras y se corta la probeta en tres secciones, llamándolas moldes, a estas muestras de moldes, se pesa la muestra en aire saturado y se registra como  $W_s$ , luego se ingresa la muestra al agua y pesa la muestra sumergida, registrándose como  $W_m$ .

Para el cálculo de la densidad real de la muestra, se calcula la densidad aparente, utilizando la siguiente formula,  $\rho_{as} = W_s/V$ , en donde  $V$ , va a representar al volumen de la muestra, así finalmente se halla la densidad real de la muestra, empleando la siguiente formula  $\rho_r = (W_s / (W_s - W_w)) * \rho_{aw}$

Para el cálculo de la porosidad se emplea la fórmula de  $P = 1 - (\rho_{as} / \rho_r)$

Y finalmente para el cálculo de vacíos, se emplea la formula  $V_v = ((\rho_r - \rho_{as}) / \rho_r)$

Todos estos cálculos can establecidos en la norma ASTM C642 que nos ayudan a obtener mediciones precisas y confiables.

<b>Diseño N° 2: Concreto F'c 210kg/cm2 (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 5% de Cal.)</b>			
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2
		Superior	Centro
Masa de la muestra secada al horno	(g)	903.5	889.2
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	955.6	942.6
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	956.7	943.4
Masa sumergida aparente	(g)	560.3	545.9
Absorción después de inmersión	(%)	5.8%	6.0%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	5.9%	6.1%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.279	2.237
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.411	2.371

  
**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.413	2.373	2.375
Densidad aparente	g/cm3	2.633	2.590	2.594
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	13.4%	13.6%	13.7%

**DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO (Curado en ciclos de congelación y descongelación)**

Proceso:

Es importante el cálculo de la densidad, poros y vacíos para conocer la calidad del concreto, ya que la densidad, porosidad y contenido de vacíos pueden influir en sus propiedades mecánicas y la durabilidad, es por ello que se elaboran probetas, con el diseño específico para la prueba que es concreto con 5% de cal viva y 0.5% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se someten a ciclos de congelación en las noches y descongelación en las mañanas, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras y se corta la probeta en tres secciones, llamándolas moldes, a estas muestras de moldes, se pesa la muestra en aire saturado y se registra como  $W_s$ , luego se ingresa la muestra al agua y pesa la muestra sumergida, registrándose como  $W_m$ .

Para el cálculo de la densidad real de la muestra, se calcula la densidad aparente, utilizando la siguiente fórmula,  $\rho_{as} = W_s/V$ , en donde  $V$ , va a representar al volumen de la muestra, así finalmente se halla la densidad real de la muestra, empleando la siguiente fórmula  $\rho_r = (W_s / (W_s - W_w)) * \rho_{aw}$

Para el cálculo de la porosidad se emplea la fórmula de  $P = 1 - (\rho_{as} / \rho_r)$

Y finalmente para el cálculo de vacíos, se emplea la fórmula  $V_v = ((\rho_r - \rho_{as}) / \rho_r)$

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

Todos estos cálculos can establecidos en la norma ASTM C642 que nos ayudan a obtener mediciones precisas y confiables.

Diseño N° 2: Concreto F'c 210kg/cm2 (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 5% de Cal.)				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	914.9	911.1	920.4
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	966.7	964.1	973.2
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	967.2	964.6	973.9
Masa sumergida aparente	(g)	566.4	558.6	565.2
Absorción después de inmersión	(%)	5.7%	5.8%	5.7%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	5.7%	5.9%	5.8%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.283	2.244	2.252
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.412	2.375	2.381
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.413	2.376	2.383
Densidad aparente	g/cm3	2.625	2.585	2.591
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	13.0%	13.2%	13.1%



**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

**DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL, 0.5% DE SIKASEM, 10% DE CAL VIVA, CEMENTO PORTLAND**

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS**

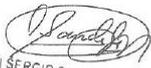
IDENTIFICACIÓN			FINO	GRUESO
PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	(ASTM C-127/C-128)	2.674	2.761
PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1444	1486
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1536	1618
ABSORCIÓN	(%)	(ASTM C-127/C-128)	0.91	0.40
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	(ASTM C-566)	5.97	0.24
MÓDULO DE FINEZA		(ASTM C-125)	3.10	--
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)		--	3/4

**CARACTERÍSTICAS DEL ADITIVO**

IDENTIFICACIÓN	
NOMBRE DEL ADITIVO	: SikaCem Plastificante
CARACTERÍSTICAS	: Aditivo plastificante y reductor de agua para morteros y hormigones
ASPECTO	: líquido
COLOR	: Marrón oscuro
DENSIDAD	: 1.20 kg/l
DOSIFICACIÓN	: 0.5 % del peso del cemento

**CARACTERÍSTICAS DE LA CAL**

IDENTIFICACIÓN	
TIPO	: Cal Viva
ASPECTO	: Sólido, polvo fino
COLOR	: Blanco
DOSIFICACIÓN	: 10.0 % peso del cemento

  
 JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781

**DISEÑO DE MEZCLA**

Proceso:

Para este proceso se tomaron los valores de la ficha técnica del cemento APU Tipo GU, Platificante Sikasem y cal viva, organizando las proporciones de los materiales para el diseño de la mezcla en seco, para luego corregirlo con un diseño que considere el porcentaje de humedad de los agregados.

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	362 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	931 kg	109.21 (kg./bol.)	2.67
AGREGADO GRUESO	852 kg	100.00 (kg./bol.)	2.38
AGUA	203 litros ó kg	23.80 (litros/bol.)	23.80 (litros/bol.)
SikaCem Plastificante	1.8113 kg	177.083 (ml/bol.)	177.083 (ml/bol.)
Cal Viva	36.225 kg	4.250 (kg/bol.)	4.250 (kg/bol.)

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	362 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	986 kg	115.74 (kg./bol.)	2.67
AGREGADO GRUESO	854 kg	100.24 (kg./bol.)	2.38
AGUA	157 litros ó kg	18.43 (litros/bol.)	18.43 (litros/bol.)
SikaCem Plastificante	1.8113 kg	177.083 (ml/bol.)	177.083 (ml/bol.)
Cal Viva	36.225 kg	4.250 (kg/bol.)	4.250 (kg/bol.)

**ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP)**

**DATOS DEL DISEÑO**

Diseño 2 : Cemento APU Tipo GU + 0.5 % Aditivo SikaCem Plastiment + 10.0 % Cal.  
Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Slump de diseño : 3 a 4 pulg

**Proceso:**

Para el asentamiento de concreto, se emplea el cono de Abrams, que para el ensayo de asentamiento, se humedece el cono de Abrams, y se coloca el cono sobre una superficie plana y no absorbente, luego se procede a llenar el cono en capas de aproximadamente un tercio de su altura con concreto fresco, y en cada capa se compacta con un número específico de golpes uniformemente distribuidos alrededor de la superficie con la varilla de compactación, en este caso con 25 golpes, finalmente se hace la remoción del cono, se retira el cono verticalmente y usa una regla u otro dispositivo de medición para medir la diferencia entre la altura inicial del concreto y la altura después de la remoción del cono, esta diferencia se registra como el asentamiento o slump para ello se sigue la normas establecidas en el ASTM C143 / C143M

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	ASENTAMIENTO DE CONCRETO FRESCO (cm)
Especímen N° 1	14/09/2023	02:30:00 p.m.	8.90
Especímen N° 2	14/09/2023	02:40:00 p.m.	8.90
Especímen N° 3	14/09/2023	02:50:00 p.m.	9.10

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO POR EL MÉTODO DE PRESIÓN**

**Proceso:**

Se mide el contenido de aire, para conocer la calidad del concreto y realizar ajustes en la mezcla, en caso sea necesario, para realizar el ensayo, se prepara el equipo de medición que es la "olla Washington" y se separa muestras representativas de concreto fresco en el lugar de trabajo realizando un muestreo, luego se procede a llenar el equipo de medición de aire con agua, se coloca la muestra de concreto en el equipo de medición de aire y se somete a presión de aire, el aire atrapado en el concreto se libera y se mide, determinando así el contenido de aire presente en el concreto, y se registra el resultado, para ello se sigue la normas establecidas en el ASTM C231

IDENTIFICACIÓN	CONTENIDO DE AIRE (%)
Diseño N° 3: Concreto F'c 210kg/cm <sup>2</sup> (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 10% de Cal.)	2.4

  
JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 5876\*

**ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (Curado en poza)**

Proceso:

Para realizar el esfuerzo de compresión de las muestras cilíndricas de concreto, probetas, se realiza el diseño específico para la prueba que es concreto con 10% de cal viva y 0.5% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras para la prueba de compresión, tomando las muestras cilíndricas del concreto, que son de tamaño estándar, y se asegura de que estén debidamente moldeadas, antes de realizar las pruebas, se mide con precisión el diámetro y la altura de cada muestra con un calibrador o vernier, luego se ubica la muestra cilíndrica de concreto en la máquina de ensayo de compresión y se asegura de que la muestra esté correctamente centrada y alineada en la máquina, finalmente se aplica la carga de manera gradual y uniforme a la muestra, y se registra la carga aplicada hasta que la muestra falle, esto cuando colapsa la muestra, así se registra la carga máxima soportada por la muestra antes de la falla, este ensayo se lleva de acuerdo a la norma de ASTM C39 / C39M

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especímen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	21,110	268.78
Especímen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	20,580	262.03
Especímen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	21,560	269.10
Especímen N° 1 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	22,690	288.90
Especímen N° 2 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	22,108	281.49
Especímen N° 3 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.1	22,990	286.95
Especímen N° 1 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	21,050	268.02
Especímen N° 2 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	23,580	294.31
Especímen N° 3 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	23,150	294.75

**ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (Curado en sulfatos)**

Proceso:

Para realizar el esfuerzo de compresión de las muestras cilíndricas de concreto, probetas, se realiza el diseño específico para la prueba que es concreto con 10% de cal viva y 0.5% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua con alto contenido de sulfatos, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras para la prueba de compresión, tomando las muestras cilíndricas del concreto, que son de tamaño estándar, y se asegura de que estén debidamente moldeadas, antes de realizar las pruebas, se mide con precisión el diámetro y la altura de cada muestra con un calibrador o vernier, luego se ubica la muestra cilíndrica de concreto en la máquina de ensayo de compresión y se asegura de que la muestra esté correctamente centrada y alineada en la máquina, finalmente se aplica la carga de manera gradual y uniforme a la muestra, y se registra la carga aplicada hasta que la muestra falle, esto cuando colapsa la muestra, así se registra la carga máxima soportada por la muestra antes de la falla, este ensayo se lleva de acuerdo a la norma de ASTM C39 / C39M

  
 JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especímen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	17,780	226.38
Especímen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	18,510	231.03
Especímen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	17,400	221.54
Especímen N° 1 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	21,160	269.42
Especímen N° 2 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	20,890	265.98
Especímen N° 3 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.1	21,640	270.10
Especímen N° 1 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	20,580	256.87
Especímen N° 2 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	22,140	281.90
Especímen N° 3 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	21,970	279.73

**ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (Curado en ciclos de congelación y descongelación)**

Proceso:

Para realizar el esfuerzo de compresión de las muestras cilíndricas de concreto, probetas, se realiza el diseño específico para la prueba que es concreto con 10% de cal viva y 0.5% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua, y se someten a ciclos de congelación en las noches y descongelación en las mañanas, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras para la prueba de compresión, tomando las muestras cilíndricas del concreto, que son de tamaño estándar, y se asegura de que estén debidamente moldeadas, antes de realizar las pruebas, se mide con precisión el diámetro y la altura de cada muestra con un calibrador o vernier, luego se ubica la muestra cilíndrica de concreto en la máquina de ensayo de compresión y se asegura de que la muestra esté correctamente centrada y alineada en la máquina, finalmente se aplica la carga de manera gradual y uniforme a la muestra, y se registra la carga aplicada hasta que la muestra falle, esto cuando colapsa la muestra, así se registra la carga máxima soportada por la muestra antes de la falla, este ensayo se lleva de acuerdo a la norma de ASTM C39 / C39M

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especímen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	17,800	226.64
Especímen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	17,700	225.36
Especímen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	17,430	221.93

  
 JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 58761



INGENIEROS S.A.C

**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

Especímen N° 1 – 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	18,570	236.44
Especímen N° 2 – 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	18,190	231.60
Especímen N° 3 – 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.1	19,100	238.40
Especímen N° 1 – 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	20,320	258.72
Especímen N° 2 – 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	21,140	263.86
Especímen N° 3 – 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	20,580	262.03

**DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO (Curado en poza)**

Proceso:

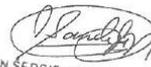
Es importante el cálculo de la densidad, poros y vacíos para conocer la calidad del concreto, ya que la densidad, porosidad y contenido de vacíos pueden influir en sus propiedades mecánicas y la durabilidad, es por ello que elaboran probetas, con el diseño específico para la prueba que es concreto con 10% de cal viva y 0.5% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras y se corta la probeta en tres secciones, llamándolas moldes, a estas muestras de moldes, se pesa la muestra en aire saturado y se registra como  $W_s$ , luego se ingresa la muestra al agua y pesa la muestra sumergida, registrándose como  $W_m$ .

Para el cálculo de la densidad real de la muestra, se calcula la densidad aparente, utilizando la siguiente formula,  $\rho_{as} = W_s/V$ , en donde  $V$ , va a representar al volumen de la muestra, así finalmente se halla la densidad real de la muestra, empleando la siguiente formula  $\rho_r = (W_s / (W_s - W_w)) * \rho_{aw}$

Para el cálculo de la porosidad se emplea la fórmula de  $P = 1 - (\rho_{as} / \rho_r)$

Y finalmente para el cálculo de vacíos, se emplea la formula  $V_v = ((\rho_r - \rho_{as}) / \rho_r)$

Todos estos cálculos can establecidos en la norma ASTM C642 que nos ayudan a obtener mediciones precisas y confiables.

  
 JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781

<b>Diseño N° 3: Concreto F'c 210kg/cm2 (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 10% de Cal.)</b>				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	929.7	884.3	912.5
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	980.7	934.2	961.2
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	981.3	934.8	962.0
Masa sumergida aparente	(g)	567.3	537.2	562.2
Absorción después de inmersión	(%)	5.5%	5.6%	5.3%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	5.6%	5.7%	5.4%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.246	2.224	2.282
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.369	2.350	2.404

Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.370	2.351	2.406
Densidad aparente	g/cm3	2.565	2.548	2.605
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	12.5%	12.7%	12.4%

**DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO (Curado en sulfatos)**

Proceso:

Es importante el cálculo de la densidad, poros y vacíos para conocer la calidad del concreto, ya que la densidad, porosidad y contenido de vacíos pueden influir en sus propiedades mecánicas y la durabilidad, es por ello que elaboran probetas, con el diseño específico para la prueba que es concreto con 10% de cal viva y 0.5% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua con alto contenido de sulfatos, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras y se corta la probeta en tres secciones, llamándolas moldes, a estas muestras de moldes, se pesa la muestra en aire saturado y se registra como  $W_s$ , luego se ingresa la muestra al agua y pesa la muestra sumergida, registrándose como  $W_m$ .

Para el cálculo de la densidad real de la muestra, se calcula la densidad aparente, utilizando la siguiente formula,  $\rho_{as} = W_s/V$ , en donde  $V$ , va a representar al volumen de la muestra, así finalmente se halla la densidad real de la muestra, empleando la siguiente formula  $\rho_r = (W_s / (W_s - W_w)) * \rho_{aw}$

Para el cálculo de la porosidad se emplea la fórmula de  $P = 1 - (\rho_r / \rho_r)$

Y finalmente para el cálculo de vacíos, se emplea la formula  $V_v = ((\rho_r - \rho_{as}) / \rho_r)$

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

Todos estos cálculos can establecidos en la norma ASTM C642 que nos ayudan a obtener mediciones precisas y confiables.

Diseño N° 3: Concreto F'c 210kg/cm2 (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 10% de Cal.)				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	919.2	912.4	935.1
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	973.0	962.6	986.7
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	973.9	963.6	987.9
Masa sumergida aparente	(g)	552.9	565.1	588.6
Absorción después de inmersión	(%)	5.9%	5.5%	5.5%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	6.0%	5.6%	5.6%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.183	2.290	2.342
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.311	2.416	2.471
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.313	2.418	2.474
Densidad aparente	g/cm3	2.509	2.627	2.699
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	13.0%	12.8%	13.2%

**DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO (Curado en ciclos de congelación y descongelación)**

Proceso:

Es importante el cálculo de la densidad, poros y vacíos para conocer la calidad del concreto, ya que la densidad, porosidad y contenido de vacíos pueden influir en sus propiedades mecánicas y la durabilidad, es por ello que se elaboran probetas, con el diseño específico para la prueba que es concreto con 10% de cal viva y 0.5% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se someten a ciclos de congelación en las noches y descongelación en las mañanas, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras y se corta la probeta en tres secciones, llamándolas moldes, a estas muestras de moldes, se pesa la muestra en aire saturado y se registra como  $W_s$ , luego se ingresa la muestra al agua y pesa la muestra sumergida, registrándose como  $W_m$ .

Para el cálculo de la densidad real de la muestra, se calcula la densidad aparente, utilizando la siguiente fórmula,  $\rho_{as} = W_s/V$ , en donde  $V$ , va a representar al volumen de la muestra, así finalmente se halla la densidad real de la muestra, empleando la siguiente fórmula  $\rho_r = (W_s / (W_s - W_w)) * \rho_{aw}$

Para el cálculo de la porosidad se emplea la fórmula de  $P = 1 - (\rho_{as} / \rho_r)$

Y finalmente para el cálculo de vacíos, se emplea la fórmula  $V_v = ((\rho_r - \rho_{as}) / \rho_r)$

Todos estos cálculos can establecidos en la norma ASTM C642 que nos ayudan a obtener mediciones precisas y confiables.

<b>Diseño N° 3: Concreto F'c 210kg/cm2 (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 10% de Cal.)</b>				
<b>Número de Ensayos</b>		<b>Molde 1</b>	<b>Molde 2</b>	<b>Molde 3</b>
		<b>Superior</b>	<b>Centro</b>	<b>Inferior</b>
Masa de la muestra secada al horno	(g)	850.5	841.6	851.7
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	897.8	886.2	898.9
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	898.5	886.8	899.7
Masa sumergida aparente	(g)	516.0	515.5	521.1
Absorción después de inmersión	(%)	5.6%	5.3%	5.5%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	5.6%	5.4%	5.6%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.224	2.267	2.250
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.347	2.387	2.375
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.349	2.388	2.377
Densidad aparente	g/cm3	2.543	2.581	2.577
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	12.5%	12.2%	12.7%

  
JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59761

**DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL, 0.5% DE SIKASEM, 15% DE CAL VIVA, CEMENTO PORTLAND**

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS**

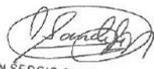
IDENTIFICACIÓN			FINO	GRUESO
PESO ESPECÍFICO BULK	(g/cm <sup>3</sup> )	(ASTM C-127/C-128)	2.674	2.761
BASE SECA				
PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1444	1486
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1536	1618
ABSORCIÓN	(%)	(ASTM C-127/C-128)	0.91	0.40
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	(ASTM C-566)	5.97	0.24
MÓDULO DE FINEZA		(ASTM C-125)	3.10	--
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)		--	3/4

**CARACTERÍSTICAS DEL ADITIVO**

IDENTIFICACIÓN	
NOMBRE DEL ADITIVO	: SikaCem Plastificante
CARACTERÍSTICAS	: Aditivo plastificante y reductor de agua para morteros y hormigones
ASPECTO	: líquido
COLOR	: Marrón oscuro
DENSIDAD	: 1.20 kg/l
DOSIFICACIÓN	: 0.5 % del peso del cemento

**CARACTERÍSTICAS DE LA CAL**

IDENTIFICACIÓN	
TIPO	: Cal Viva
ASPECTO	: Sólido, polvo fino
COLOR	: Blanco
DOSIFICACIÓN	: 15.0 % peso del cemento

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

**DISEÑO DE MEZCLA**

Proceso:

Para este proceso se tomaron los valores de la ficha técnica del cemento APU Tipo GU, Plastificante Sikacem y cal viva, organizando las proporciones de los materiales para el diseño de la mezcla en seco, para luego corregirlo con un diseño que considere el porcentaje de humedad de los agregados.

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	377 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	913 kg	103.01 (kg./bol.)	2.52
AGREGADO GRUESO	836 kg	94.32 (kg./bol.)	2.24
AGUA	211 litros ó kg	23.80 (litros/bol.)	23.80 (litros/bol.)
SikaCem Plastificante	1.8830 kg	177.083 (ml/bol.)	177.083 (ml/bol.)
Cal Viva	56.491 kg	6.375 (kg/bol.)	6.375 (kg/bol.)

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	377 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	967 kg	109.16 (kg./bol.)	2.52
AGREGADO GRUESO	838 kg	94.54 (kg./bol.)	2.24
AGUA	166 litros ó kg	18.74 (litros/bol.)	18.74 (litros/bol.)
SikaCem Plastificante	1.8830 kg	177.083 (ml/bol.)	177.083 (ml/bol.)
Cal Viva	56.491 kg	6.375 (kg/bol.)	6.375 (kg/bol.)

**ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP)**

**DATOS DEL DISEÑO**

Diseño 2 : Cemento APU Tipo GU + 0.5 % Aditivo SikaCem Plastiment + 15.0 % Cal.  
Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Slump de diseño : 3 a 4 pulg

**Proceso:**

Para el asentamiento de concreto, se emplea el cono de Abrams, que para el ensayo de asentamiento, se humedece el cono de Abrams, y se coloca el cono sobre una superficie plana y no absorbente, luego se procede a llenar el cono en capas de aproximadamente un tercio de su altura con concreto fresco, y en cada capa se compacta con un número específico de golpes uniformemente distribuidos alrededor de la superficie con la varilla de compactación, en este caso con 25 golpes, finalmente se hace la remoción del cono, se retira el cono verticalmente y usa una regla u otro dispositivo de medición para medir la diferencia entre la altura inicial del concreto y la altura después de la remoción del cono, esta diferencia se registra como el asentamiento o slump para ello se sigue la normas establecidas en el ASTM C143 / C143M

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	ASENTAMIENTO DE CONCRETO FRESCO (cm)
Especímen N° 1	14/09/2023	03:30:00 p.m.	10.10
Especímen N° 2	14/09/2023	03:40:00 p.m.	9.90
Especímen N° 3	14/09/2023	03:50:00 p.m.	9.90

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO POR EL MÉTODO DE PRESIÓN**

**Proceso:**

Se mide el contenido de aire, para conocer la calidad del concreto y realizar ajustes en la mezcla, en caso sea necesario, para realizar el ensayo, se prepara el equipo de medición que es la "olla Washington" y se separa muestras representativas de concreto fresco en el lugar de trabajo realizando un muestreo, luego se procede a llenar el equipo de medición de aire con agua, se coloca la muestra de concreto en el equipo de medición de aire y se somete a presión de aire, el aire atrapado en el concreto se libera y se mide, determinando así el contenido de aire presente en el concreto, y se registra el resultado, para ello se sigue la normas establecidas en el ASTM C231

IDENTIFICACIÓN	CONTENIDO DE AIRE (%)
Diseño N° 4: Concreto F'c 210kg/cm <sup>2</sup> (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 15% de Cal.)	2.4

  
JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



INGENIEROS S.A.C

**JBO INGENIEROS  
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

**ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (Curado en poza)**

Proceso:

Para realizar el esfuerzo de compresión de las muestras cilíndricas de concreto, probetas, se realiza el diseño específico para la prueba que es concreto con 15% de cal viva y 0.5% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras para la prueba de compresión, tomando las muestras cilíndricas del concreto, que son de tamaño estándar, y se asegura de que estén debidamente moldeadas, antes de realizar las pruebas, se mide con precisión el diámetro y la altura de cada muestra con un calibrador o vernier, luego se ubica la muestra cilíndrica de concreto en la máquina de ensayo de compresión y se asegura de que la muestra esté correctamente centrada y alineada en la máquina, finalmente se aplica la carga de manera gradual y uniforme a la muestra, y se registra la carga aplicada hasta que la muestra falle, esto cuando colapsa la muestra, así se registra la carga máxima soportada por la muestra antes de la falla, este ensayo se lleva de acuerdo a la norma de ASTM C39 / C39M

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especímen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	19,320	241.14
Especímen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	18,750	238.73
Especímen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	18,960	241.41
Especímen N° 1 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	19,920	253.63
Especímen N° 2 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.1	20,150	251.50
Especímen N° 3 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	19,590	249.43
Especímen N° 1 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	21,160	264.11
Especímen N° 2 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	20,980	267.13
Especímen N° 3 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	21,040	267.89

**ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (Curado en sulfatos)**

Proceso:

Para realizar el esfuerzo de compresión de las muestras cilíndricas de concreto, probetas, se realiza el diseño específico para la prueba que es concreto con 15% de cal viva y 0.5% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua con alto contenido de sulfatos, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras para la prueba de compresión, tomando las muestras cilíndricas del concreto, que son de tamaño estándar, y se asegura de que estén debidamente moldeadas, antes de realizar las pruebas, se mide con precisión el diámetro y la altura de cada muestra con un calibrador o vernier, luego se ubica la muestra cilíndrica de concreto en la máquina de ensayo de compresión y se asegura de que la muestra esté correctamente centrada y alineada en la máquina, finalmente se aplica la carga de manera gradual y uniforme a la muestra, y se registra la carga aplicada hasta que la muestra falle, esto cuando colapsa la muestra, así se registra la carga máxima soportada por la muestra antes de la falla, este ensayo se lleva de acuerdo a la norma de ASTM C39 / C39M

  
JUAN SÉRGIO SANCHEZ QUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especímen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	15,500	197.35
Especímen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	16,020	199.95
Especímen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	15,250	194.17
Especímen N° 1 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	18,570	236.44
Especímen N° 2 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	18,390	234.15
Especímen N° 3 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	18,610	236.95
Especímen N° 1 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	20,940	261.36
Especímen N° 2 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	20,160	256.69
Especímen N° 3 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	21,020	262.36

**ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (Curado en ciclos de congelación y descongelación)**

Proceso:

Para realizar el esfuerzo de compresión de las muestras cilíndricas de concreto, probetas, se realiza el diseño específico para la prueba que es concreto con 15% de cal viva y 0.5% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se sumergen en agua, y se someten a ciclos de congelación en las noches y descongelación en las mañanas, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras para la prueba de compresión, tomando las muestras cilíndricas del concreto, que son de tamaño estándar, y se asegura de que estén debidamente moldeadas, antes de realizar las pruebas, se mide con precisión el diámetro y la altura de cada muestra con un calibrador o vernier, luego se ubica la muestra cilíndrica de concreto en la máquina de ensayo de compresión y se asegura de que la muestra esté correctamente centrada y alineada en la máquina, finalmente se aplica la carga de manera gradual y uniforme a la muestra, y se registra la carga aplicada hasta que la muestra falle, esto cuando colapsa la muestra, así se registra la carga máxima soportada por la muestra antes de la falla, este ensayo se lleva de acuerdo a la norma de ASTM C39 / C39M

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especímen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	16,470	209.70
Especímen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	17,230	215.06
Especímen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	16,240	206.77
Especímen N° 1 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	18,720	238.35

  
JUAN SERGIO SANCHEZ CUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

**DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO (Curado en ciclos de congelación y descongelación)**

Proceso:

Es importante el cálculo de la densidad, poros y vacíos para conocer la calidad del concreto, ya que la densidad, porosidad y contenido de vacíos pueden influir en sus propiedades mecánicas y la durabilidad, es por ello que se elaboran probetas, con el diseño específico para la prueba que es concreto con 15% de cal viva y 0.5% de plastificante Sikacem, al prepararse las probetas, se someten a ciclos de congelación en las noches y descongelación en las mañanas, por intervalos de tiempo de 7, 14 y 28 días, llegada la fecha, se realiza la preparación de las muestras y se corta la probeta en tres secciones, llamándolas moldes, a estas muestras de moldes, se pesa la muestra en aire saturado y se registra como  $W_s$ , luego se ingresa la muestra al agua y pesa la muestra sumergida, registrándose como  $W_m$ .

Para el cálculo de la densidad real de la muestra, se calcula la densidad aparente, utilizando la siguiente formula,  $\rho_{as} = W_s/V$ , en donde V, va a representar al volumen de la muestra, así finalmente se halla la densidad real de la muestra, empleando la siguiente formula  $\rho_r = (W_s / (W_s - W_w)) * \rho_w$

Para el cálculo de la porosidad se emplea la fórmula de  $P = 1 - (\rho_{as} / \rho_r)$

Y finalmente para el cálculo de vacíos, se emplea la formula  $V_v = ((\rho_r - \rho_{as}) / \rho_r)$

Todos estos cálculos can establecidos en la norma ASTM C642 que nos ayudan a obtener mediciones precisas y confiables.

<b>Diseño N° 4: Concreto F'c 210kg/cm2 (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 15% de Cal.)</b>				
<b>Número de Ensayos</b>		<b>Molde 1</b>	<b>Molde 2</b>	<b>Molde 3</b>
		<b>Superior</b>	<b>Centro</b>	<b>Inferior</b>
Masa de la muestra secada al horno	(g)	889.7	854.4	885.0
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	938.9	903.7	936.4
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	939.5	904.5	937.1
Masa sumergida aparente	(g)	546.6	515.8	526.7
Absorción después de inmersión	(%)	5.5%	5.8%	5.8%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	5.6%	5.9%	5.9%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.264	2.198	2.157
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.390	2.325	2.282
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.391	2.327	2.284
Densidad aparente	g/cm3	2.593	2.524	2.470
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	12.7%	12.9%	12.7%



JUAN SÉRGIO SANCHEZ CUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

## Anexo 8. Certificados de laboratorio de los ensayos



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

Lima, 02 de noviembre del 2023

### **CARTA N° 167 - 2023 -JBO.gt. -**

Atención:

**SRES.: OLIVERA CAHUANA, OSCAR JOEL  
SALINAS MORALES, CRISTIAN ANTOGENES**

Asunto : Entrega de Informe de Ensayos  
TESIS: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CAL VIVA Y  
PLASTIFICANTE SIKACEM EN LA DURABILIDAD DEL  
CONCRETO F'C=210KG/CM2, LIMA, 2023.

Referencia : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO

De nuestra consideración:

Adjunto el presente Informe de ensayos cuyo expediente corresponde al N.° 142-2023-JBO (47 folios) con los ensayos correspondientes efectuados a las muestras identificadas como procedente del proyecto: TESIS: INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CAL VIVA Y PLASTIFICANTE SIKACEM EN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2, LIMA, 2023..

Sin otro particular quedo de Ud.,  
Atentamente

**JBO INGENIEROS S.A.C.**  
Asesoramiento y Control de Ingeniería  
  
**JUAN SERGIO SANCHEZ GUANSO**  
Gerente Técnico

Exp. N° 142  
c.c.:  
G. General  
Archivo



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valladolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima - Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142 - 2023 - JBO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar José  
 Salinas Morales, Cristian Antogenes  
 DIRECCIÓN : Jr. Sabanda 753  
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142 - 2023 - JBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikaom en la durabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima, 2023.  
 UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
 FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GROSOS Y FINOS  
 MTC E 204 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera  
 Agregado Fino  
 PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno  
 CANTIDAD : 45 kg aprox.

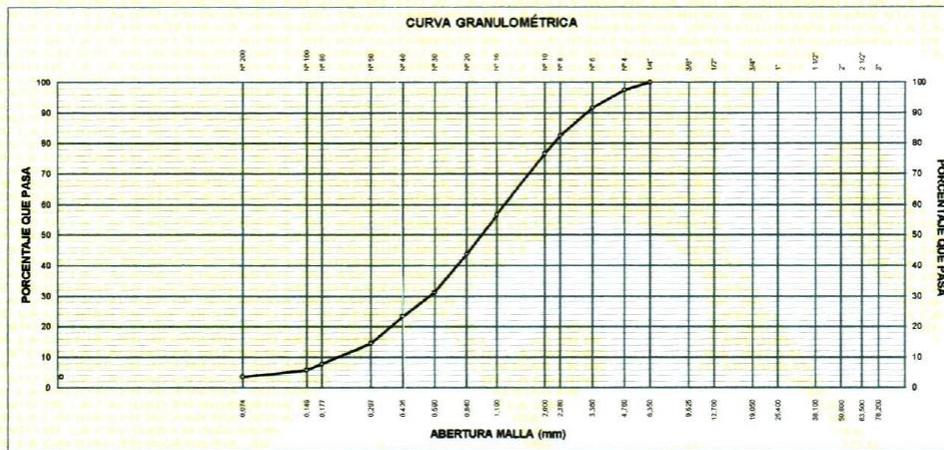
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS					
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
3"	75.000				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				
1/4"	6.250				100.0
N° 4	4.750	13.4	2.6	2.6	97.4
N° 6	3.350	29.8	5.8	8.4	91.6
N° 8	2.360	46.8	9.1	17.5	82.5
N° 10	2.000	30.9	6.0	23.5	76.5
N° 16	1.180	102.4	19.9	43.4	56.6
N° 20	0.850	65.9	12.8	56.2	43.8
N° 30	0.600	64.8	12.6	68.8	31.2
N° 40	0.425	40.1	7.8	76.6	23.4
N° 50	0.300	45.8	8.9	85.5	14.5
N° 80	0.177	34.5	6.7	92.2	7.8
N° 100	0.150	10.3	2.0	94.2	5.8
N° 200	0.075	11.8	2.3	96.5	3.5
-200	MTC E 202	18.0	3.5	100.0	-

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
Limite líquido (%) (MTC E 110 - 2016)	: --
Limite plástico (%) (MTC E 111 - 2016)	: --
Índice plástico (%) (MTC E 111 - 2016)	: --
Clasificación SUCS (ASTM D 2487-11)	: --
Clasif. para el uso en vías transporte (ASTM D 3282-09)	: --

Descripción de la muestra : Agregado fino

Contenido de Humedad (%) : 6.0 %

OBSERVACIONES:  
 - Muestra tomada e identificada por solicitante.



- Referencia:
- NTP 400 012 / ASTM C 136: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global
  - NTP 339 129 / ASTM D 4318: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
  - ASTM D 2487: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
  - ASTM D 3282: Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
  - NTP 400 018 / ASTM C 117: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasen por el tamiz normalizado 75 µm (N° 200) por agregados



*Juan Sergio Sanchez Guando*  
**JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781

Personal:  
 - Té: E.E.A.  
 - Rev: P.C.C.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 05 de agosto del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142 - 2023 - JBO

### INFORME DE ENSAYO

**SOLICITANTE** : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes

**PROYECTO** : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikaem en la durabilidad del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023

**DIRECCIÓN** : Jr. Sabandia 753.

**REFERENCIA** : Solicitud de Servicio N° 142 - 2023 - JBO

**UBICACIÓN** : Distrito de Los Olivos, Lima.

**FECHA DE RECEPCIÓN** : Lima, 02 de septiembre del 2023

**FECHA DE INICIO** : Lima, 02 de septiembre del 2023

#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS MTC E 110 - 2016 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) MTC E 111 - 2016

##### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

**IDENTIFICACIÓN** : Cantera

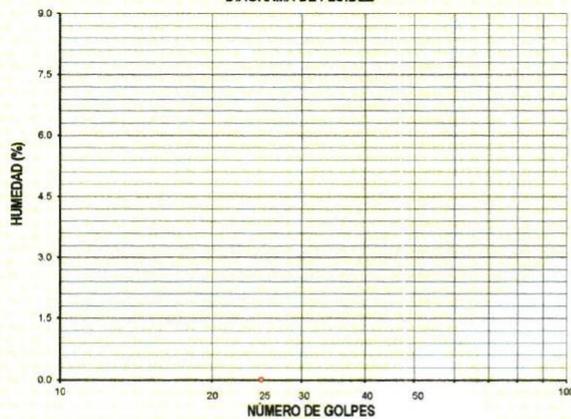
**PRESENTACIÓN** : 01 Saco de polipropileno

**DESCRIPCIÓN** : Agregado fino

**CANTIDAD** : 45 kg aprox.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°	--	--	--	--	--	--
Cápsula N°	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del Agua (g)	--	--	--	--	--	--
Peso de la cápsula (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Contenido de humedad (%)	--	--	--	--	--	--
Número de golpes	--	--	--	--	--	--

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



##### RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
IND. PLASTICIDAD (%)	NP

##### OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
- La muestra se desliza en la copa de Casagrande.
- El Límite Líquido no se puede determinar.
- No se pudo formar los rollitos de 1/8" de diámetro, se desmorona.
- El límite plástico no se puede determinar.
- Muestra tomada e identificada por solicitante.

Referencia:  
- NTP 339.129 / ASTM D 4318: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos



VF-002 (01-02-16)

Personal:  
- Téc.: E.E.A.  
- Rev.: P.C.C.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

Fecha de emisión: Lima, 05 de agosto del 2023  
El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142 - 2023 - JBO

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandia 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142 - 2023 - JBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y  
plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  
fc=210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

### MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO MTC E 215 - 2016

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera  
DESCRIPCIÓN : Agregado fino  
PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno  
CANTIDAD : 45 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	Cantera
Peso del suelo húmedo (g)	545.2
Peso del suelo seco (g)	514.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.0

#### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por solicitante.

#### REFERENCIA:

- NTP 339.185 / ASTM C 566: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

Personal:  
Téc.: E.E.A.  
Rev.: P.C.C.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 05 de agosto del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.





Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142 - 2023 - JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes

DIRECCIÓN : Jr. Sabandia 753.

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142 - 2023 - JBO

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.

UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.

FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera

DESCRIPCIÓN : Agregado fino

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

CANTIDAD : 45 kg aprox.

#### CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ DE 75 $\mu$ m (N° 200) POR LAVADO MTC E 202 - 2016

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Identificación	Cantera
Peso del recipiente + suelo seco ( sin lavar ) (g)	629.6
Peso del recipiente + suelo seco ( lavado ) (g)	611.6
Peso del recipiente (g)	115.1
Porcentaje de suelo más fino que el tamiz N° 200 (%)	3.5

#### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por solicitante.

#### Referencia:

- NTP 400.018 / ASTM C 117: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu$ m (N° 200) por lavado de agregados

Téc. : E.E.A.

Rev. : P.C.C.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 05 de agosto del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142 - 2023 - JBO

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes

DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142 - 2023 - JBO

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikaom en la durabilidad del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.

UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.

FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS MTC E 204 - 2016 Determinación del Módulo de Fineza

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera

DESCRIPCIÓN : Agregado fino

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

CANTIDAD : 45 kg aprox.

MALLAS		Agregado fino			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO (g)	RET. (%)	RET. AC. (%)	PASA (%)
3"	75.000				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				100.0
1/4"	6.250				100.0
N° 4	4.750	13.3	2.6	2.6	97.4
N° 6	3.350	29.6	5.8	8.4	91.6
N° 8	2.360	46.4	9.1	17.5	82.5
N° 10	2.000	30.6	6.0	23.5	76.5
N° 16	1.180	101.5	19.9	43.4	56.6
N° 20	0.850	65.3	12.8	56.2	43.8
N° 30	0.600	64.2	12.6	68.8	31.2
N° 40	0.425	39.8	7.8	76.6	23.4
N° 50	0.300	45.4	8.9	85.5	14.5
N° 80	0.177	34.2	6.7	92.2	7.8
N° 100	0.150	10.2	2.0	94.2	5.8
N° 200	0.075	11.7	2.3	96.5	3.5
- N° 200	MTC E 202	17.8	3.5	100.0	

MÓDULO DE FINEZA
ASTM C 125
3.1

$$MF = \frac{\sum \% \text{ret. ac.} \left( 3'' + 1\frac{1}{2}'' + \frac{3}{4}'' + \frac{3}{8}'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100 \right)}{100}$$

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

#### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por solicitante.

#### Referencia:

- ASTM C 136: Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117: Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM C 125: Standard terminology relating to concrete and concrete aggregates

Téc.: E.E.A.

Rev.: P.C.C.

VS-002 (01-02-18)



Fecha de emisión : Lima, 05 de agosto del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.  
Calle valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142 - 2023 - JBO

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes

DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142 - 2023 - JBO

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikaacem en la durabilidad del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.

UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.

FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera

DESCRIPCIÓN : Agregado fino

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

CANTIDAD : 45 kg aprox.

### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS MTC E 205 - 2016

DESCRIPCIÓN		AGREGADO FINO
Peso material saturado y superficie seca (en aire)	(g)	300.0
Peso fiola + H <sub>2</sub> O	(g)	666.3
Peso fiola + H <sub>2</sub> O + material	(g)	966.3
Peso fiola + H <sub>2</sub> O + material saturado y superficie seca	(g)	855.1
Volumen sólidos + volumen de vacíos	(cm <sup>3</sup> )	111.2
Peso material seco a 105 °C	(g)	297.3
Volumen de sólidos	(cm <sup>3</sup> )	108.5
Peso bulk base seca	(g/cm <sup>3</sup> )	2.674
Peso bulk base saturada	(g/cm <sup>3</sup> )	2.698
Peso aparente base seca	(g/cm <sup>3</sup> )	2.740
Absorción	(%)	0.91

#### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por solicitante.

#### Referencia:

- NTP 400.021 / ASTM C 127: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

Personal:  
Téc.: E.E.A.  
Rev.: P.C.C.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 05 de agosto del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.





Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142 - 2023 - JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.

DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142 - 2023 - JBO

UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

### PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS MTC E 203 - 2016

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Agregado fino

CANTIDAD : 45 kg aprox.

#### REFERENCIAS DEL ENSAYO

VOLUMEN DEL MOLDE - AGREGADO FINO (cm<sup>3</sup>): 2788.4

PESO DEL MOLDE - AGREGADO FINO (g): 2753

PESO ESPECÍFICO BULK SECO AGREGADO FINO (g/cm<sup>3</sup>): 2.674

AGREGADO FINO						
N°	CONDICIÓN SUELTA			CONDICIÓN COMPACTADA		
	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )
1	6780	4027	1.444	7029	4276	1.533
2	6772	4019	1.441	7037	4284	1.536
3	6786	4033	1.446	7040	4287	1.537
Promedio			1.444	Promedio		1.536
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )			1444	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )		1536
VACIOS (%)			45.9	VACIOS (%)		42.4

#### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por solicitante.

#### Referencia:

- NTP 400.017 / ASTM C 29: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Personal:  
Téc.: E.E.A.  
Rev.: P.C.C.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 05 de agosto del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valladolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142 - 2023 - JBO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Olvera Cahuana, Oscar Joel  
 Salinas Morales, Cristian Antogenes  
 DIRECCIÓN : Jr. Sabandia 753.  
 REFERENCIA : Solitud de Servido N° 142 - 2023 - JBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023  
 PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima, 2023.  
 UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
 FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GROSOS Y FINOS  
 MTC E 204 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cartera Birrak  
 Agregado Grueso

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

CANTIDAD : 45 kg aprox.

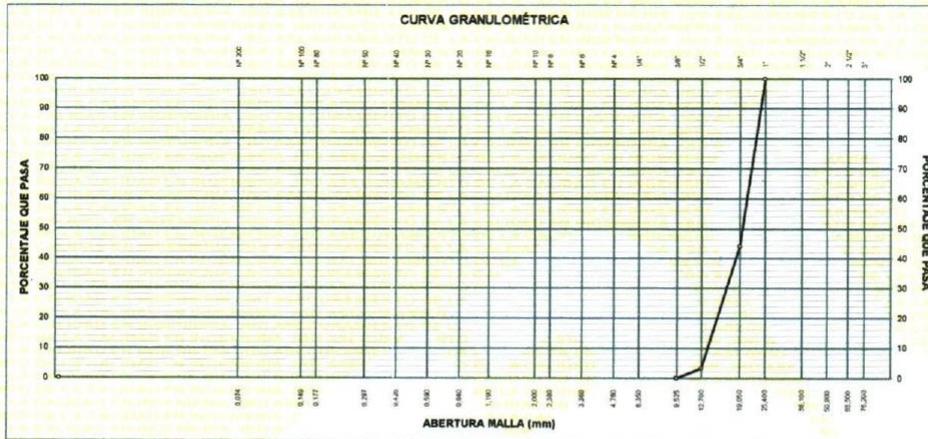
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS					
MALLAS		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	75.000				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				100.0
3/4"	19.000	2917.4	55.9	55.9	44.1
1/2"	12.500	2129.4	40.8	96.7	3.3
3/8"	9.500	172.2	3.3	100.0	
1/4"	6.250				
N° 4	4.750				
N° 6	3.350				
N° 8	2.360				
N° 10	2.000				
N° 16	1.180				
N° 20	0.850				
N° 30	0.600				
N° 40	0.425				
N° 50	0.300				
N° 80	0.177				
N° 100	0.150				
N° 200	0.075				
-200	MTC E 202				

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Límite líquido (%) (MTC E 110 - 2016)	:	--
Límite plástico (%) (MTC E 111 - 2016)	:	--
Índice plástico (%) (MTC E 111 - 2016)	:	--
Clasificación SUCS (ASTM D 2487-11)	:	--
Clasif. para el uso en vías transporte (ASTM D 3282-09)	:	--

Descripción de la muestra : Agregado grueso

Contenido de Humedad (%) : 10.1 %

OBSERVACIONES:  
 - Muestra tomada e identificada por solicitante.



- Referencia:
- NTP 400.012 / ASTM C 136: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global
  - NTP 338.129 / ASTM D 4318: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
  - ASTM D 2487: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
  - ASTM D 3282: Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
  - NTP 400.016 / ASTM C 117: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pesan por el tamiz normalizado 75 µm (N° 200) por lavado de agregados



VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 05 de agosto del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

**JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781

Personal  
 -Téc. E.E.A.  
 -Rev. P.C.C.



Ingenieros S.A.C.  
Calle Villadolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142 - 2023 - JBO

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandia 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142 - 2023 - JBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y  
plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  
f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

### MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO MTC E 215 - 2016

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Birrak  
DESCRIPCIÓN : Agregado grueso  
PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno  
CANTIDAD : 45 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	Cantera Birrak
Peso del suelo húmedo (g)	5743.9
Peso del suelo seco (g)	5219.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.1

#### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por solicitante.

#### REFERENCIA:

- NTP 339.185 / ASTM C 566: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

Personal:  
Téc.: E.E.A.  
Rev.: P.C.C.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 05 de agosto del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.





Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142 - 2023 - JBO

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes

DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142 - 2023 - JBO

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.

UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.

FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Birrak

DESCRIPCIÓN : Agregado grueso

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

CANTIDAD : 45 kg aprox.

### PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS MTC E 205 - 2016

DESCRIPCIÓN		AGREGADO GRUESO
Peso material saturado y superficie seca (en aire)	(g)	1276.9
Peso material saturado y superficie seca (en agua)	(g)	816.3
Volumen sólidos + volumen de vacíos	(cm <sup>3</sup> )	460.6
Peso material seco a 105 °C	(g)	1271.8
Volumen de sólidos	(cm <sup>3</sup> )	455.5
Peso bulk base seca	(g/cm <sup>3</sup> )	2.761
Peso bulk base saturada	(g/cm <sup>3</sup> )	2.772
Peso aparente base seca	(g/cm <sup>3</sup> )	2.792
Absorción	(%)	0.40

### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por solicitante.

### Referencia:

- NTP 400.021 / ASTM C 127: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

  
JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

Personal:  
Téc.: E.E.A.  
Rev.: P.C.C.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 05 de agosto del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.





Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142 - 2023 - JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.

DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142 - 2023 - JBO

UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

### PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS MTC E 203 - 2016

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Birrak

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Agregado grueso

CANTIDAD : 45 kg aprox.

#### REFERENCIAS DEL ENSAYO

VOLUMEN DEL MOLDE - AGREGADO GRUESO (cm<sup>3</sup>): 14017

PESO DEL MOLDE - AGREGADO GRUESO (g): 9800

PESO ESPECÍFICO BULK SECO AGREGADO GRUESO (g/cm<sup>3</sup>): 2.761

AGREGADO GRUESO							
N°	CONDICIÓN SUELTA			CONDICIÓN COMPACTADA			
	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )	Peso muestra + molde (g)	Peso de la muestra (g)	Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )	
1	30680	20880	1.490	32590	22790	1.626	
2	30650	20850	1.487	32360	22560	1.809	
3	30570	20770	1.482	32480	22680	1.618	
Promedio			1.486	Promedio		1.618	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )			1486	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )			1618
VACIOS (%)			46.1	VACIOS (%)			41.3

#### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por solicitante.

#### Referencia:

- NTP 400.017 / ASTM C 29: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Personal:  
Téc.: E.E.A.  
Rev.: P.C.C.

VF-002 (01-02-18)

Fecha de emisión : Lima, 05 de agosto del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sebandia 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023  
PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA INICIO ENSAYO : Lima, 02 de septiembre del 2023

### REFERENCIAS DE DISEÑO

MÉTODO DISEÑO : ACI (COMITÉ 211)  
RESISTENCIA  $f_c$  : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
TIPO DE ESTRUCTURA : Varios  
ASENTAMIENTO TEÓRICO : 3 a 4 pulg  
RELACIÓN A/C : 0.56

### CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150)

MARCA : APU  
TIPO : GU  
PESO ESPECÍFICO : 3.05 g/cm<sup>3</sup>  
ASENTAMIENTO OBTENIDO : 5 pulg  
FACTOR CEMENTO : 8.8 bolsas/m<sup>3</sup>

### CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN		FINO	GRUESO	
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	(ASTM C-127/C-128)	2.674	2.761
II PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1444	1486
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1536	1618
IV ABSORCIÓN	(%)	(ASTM C-127/C-128)	0.91	0.40
V CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	(ASTM C-566)	5.97	0.24
VI MÓDULO DE FINEZA		(ASTM C-125)	3.10	--
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)		--	3/4

### DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

#### VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO

PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	375 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	917 kg	104.05 (kg./bol.)	2.54
AGREGADO GRUESO	840 kg	95.27 (kg./bol.)	2.26
AGUA	210 litros ó kg	23.80 (litros/bol.)	23.80 (litros/bol.)

#### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	375 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	972 kg	110.26 (kg./bol.)	2.54
AGREGADO GRUESO	842 kg	95.50 (kg./bol.)	2.26
AGUA	165 litros ó kg	18.69 (litros/bol.)	18.69 (litros/bol.)

#### OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.
- Los agregados provienen de una arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Cemento APU Tipo GU (Cemento hidráulico de uso general), proporcionado por el solicitante.

Rev.: P.C.C

Fecha de Emisión : Lima, 08 de septiembre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE MUESTREO : La indicada

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE ENSAYO : La indicada

REFERENCIAS DE LA MUESTRA :  
ESTRUCTURA : Muestreado en Laboratorio  
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco

EQUIPO :  
MARCA : Molde (Cono de Abrams)

### ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP) ASTM C143 / C143M

#### COMPONENTES DEL CONCRETO

Diseño 1 : Cemento APU Tipo GU

#### DATOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>

Slump de diseño : 3 a 4 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	ASENTAMIENTO DE CONCRETO FRESCO (cm)
Especimen N° 1	16/09/2023	10:00:00 a.m.	7.80
Especimen N° 2	16/09/2023	10:10:00 a.m.	7.90
Especimen N° 3	16/09/2023	10:20:00 a.m.	7.80

#### OBSERVACIONES :

- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Se utilizó para el diseño de mezcla, el cemento Cemento APU Tipo GU
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.

#### Referencia:

ASTM C 143/C143M-10a Standard test method for Slump of Hydraulic - Cement Concrete.

Tec.: E.E.A.  
Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 14 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

**EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO**

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Olivera Cahuana, Oscar Joel Salinas Morales, Cristian Arlogenes	PROYECTO	: Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima, 2023.
DIRECCIÓN	: Jr. Sabandía 753	UBICACIÓN	: Distrito de Los Olivos, Lima
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO	FECHA DE INICIO	: Lima, 02 de septiembre del 2023
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 02 de septiembre del 2023		
<b>REFERENCIAS DE LA PRUEBA</b>		<b>EQUIPO</b>	
IDENTIFICACIÓN	: La Indicada	MEDIDOR	: Olla Washington
DESCRIPCIÓN	: Mezcla de Concreto Fresco	TIPO	: "B"

### CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO POR EL MÉTODO DE PRESIÓN ASTM C231

IDENTIFICACIÓN	CONTENIDO DE AIRE (%)
Diseño N° 1. Concreto Fc 210kg/cm2	2.2

#### OBSERVACIONES:

- La verificación de los diseños de concreto de cemento portland, se realizó en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C., el día 16-09-2023.
- Los trabajos de verificación y ensayos de calidad, estuvieron a cargo del personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- En el "Diseño N° 1", se hizo empleo de cemento "APU" tipo "GU".

#### Referencia:

ASTM C231 / C231M - 10 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method  
AASHTO T 152 Standard Method of Test for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: E.E.A.  
Rev.: P.C.C.

Fecha de Emisión: Lima, 10 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



  
**JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE MUESTREO : Lima, 02 de septiembre del 2023  
PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y  
plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  
 $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE ENSAYO : 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : Varios  
DESCRIPCIÓN : Probetas cilíndricas de concreto

### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

#### COMPONENTES DEL CONCRETO

Diseño 1 : Cemento APU Tipo GU

#### DATOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Slump de diseño : 3 a 4 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especimen N° 1 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.0	17,610	224.22
Especimen N° 2 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.1	18,210	227.29
Especimen N° 3 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.0	17,320	220.53
Especimen N° 1 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.0	20,550	261.65
Especimen N° 2 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.0	20,300	258.47
Especimen N° 3 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.1	21,090	263.24
Especimen N° 1 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.0	24,820	316.02
Especimen N° 2 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.0	24,580	312.96
Especimen N° 3 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.1	25,180	314.28

#### OBSERVACIONES :

- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Se utilizó para el diseño de mezcla, el cemento Cemento APU Tipo GU
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.

#### Referencia:

ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Fecha de Emisión : Lima, 14 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antigenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandia 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE MUESTREO : Lima, 02 de septiembre del 2023  
PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y  
plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  
f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE ENSAYO : 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : Varios  
DESCRIPCIÓN : Probetas cilíndricas de concreto

### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

#### COMPONENTES DEL CONCRETO

Diseño 1 : Cemento APU Tipo GU

#### DATOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Slump de diseño : 3 a 4 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especimen N° 1 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.1	16,470	205.57
Especimen N° 2 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.0	16,440	209.32
Especimen N° 3 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.0	15,850	201.81
Especimen N° 1 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.0	17,630	224.47
Especimen N° 2 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.1	18,110	226.04
Especimen N° 3 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.0	17,190	218.87
Especimen N° 1 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.1	20,100	250.88
Especimen N° 2 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.0	19,870	252.99
Especimen N° 3 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.0	19,580	249.30

#### OBSERVACIONES :

- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Se utilizó para el diseño de mezcla, el cemento Cemento APU Tipo GU
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.
- Las probetas cilíndricas han sido expuestas y sumergidas en agua con una alta exposición a sulfatos.



Referencia:

ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens

Esc. D.A.A.  
Rev.: M.M.F.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

Fecha de Emisión : Lima, 14 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sebandia 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE MUESTREO : Lima, 02 de septiembre del 2023  
PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y  
plastificante silicem en la durabilidad del concreto  
 $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE ENSAYO : 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : Varios  
DESCRIPCIÓN : Probetas cilíndricas de concreto

### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

#### COMPONENTES DEL CONCRETO

Diseño 1 : Cemento APU Tipo GU

#### DATOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Slump de diseño : 3 a 4 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especimen N° 1 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.1	14,850	185.35
Especimen N° 2 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.0	14,570	185.51
Especimen N° 3 - 07 días	16/09/2023	23/09/2023	7	10.1	14,620	182.48
Especimen N° 1 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.0	16,820	214.16
Especimen N° 2 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.0	16,890	215.05
Especimen N° 3 - 14 días	16/09/2023	30/09/2023	14	10.0	16,140	205.50
Especimen N° 1 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.1	18,230	227.54
Especimen N° 2 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.0	17,580	223.84
Especimen N° 3 - 28 días	16/09/2023	14/10/2023	28	10.0	17,960	228.67

#### OBSERVACIONES :

- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Se utilizó para el diseño de mezcla, el cemento Cemento APU Tipo GU
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.
- Las probetas cilíndricas han sido expuestas bajo el proceso de congelamiento (-15°C ± 3°C) y descongelamiento (20°C ± 2°C)



Referencia:

ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

Tec.: D.A.A.

Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 14 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y  
Salinas Morales, Cristian Antogenes plastificante sikacem en la durabilidad del  
concreto f'c=210 kg/cm2, Lima, 2023.  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023 FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : Diseño N° 1: Concreto F'c 210kg/cm2  
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco EDAD : 28 días

### DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO ASTM C 642

Diseño N° 1: Concreto F'c 210kg/cm2				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	849.3	908.8	880.5
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	900.7	961.3	921.5
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	901.7	962.5	934.1
Masa sumergida aparente	(g)	518.3	565.9	538.2
Absorción después de inmersión	(%)	6.1%	5.8%	4.7%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	6.2%	5.9%	6.1%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.216	2.236	2.224
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.349	2.364	2.328
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.352	2.367	2.359
Densidad aparente	g/cm3	2.566	2.675	2.672
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	13.7%	13.2%	13.5%

#### OBSERVACIONES:

- La determinación de la densidad, absorción y vacíos, se determinó a los 28 días.
- Los trabajos de verificación y ensayos de calidad, estuvieron a cargo del personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.

#### Referencia:

ASTM C231 / C231M - 10 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method  
AASHTO T 152 Standard Method of Test for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: E.E.A.  
Rev.: P.C.C.



Fecha de Emisión : Lima, 26 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y  
Salinas Morales, Cristian Antogenes plastificante sikacem en la durabilidad del  
concreto f'c=210 kg/cm2, Lima, 2023.  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023 FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : Diseño N° 1: Concreto F'c 210kg/cm2  
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco EDAD : 28 días

#### DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO ASTM C 642

Diseño N° 1: Concreto F'c 210kg/cm2				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	
		Superior	Centro	Molde 3 Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	887.8	869.3	881.7
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	940.2	923.1	934.6
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	941.6	924.6	936.1
Masa sumergida aparente	(g)	542.7	532.2	540.7
Absorción después de inmersión	(%)	5.9%	6.2%	6.0%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	6.1%	6.4%	6.2%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.226	2.215	2.230
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.367	2.362	2.364
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.360	2.366	2.367
Densidad aparente	g/cm3	2.573	2.579	2.586
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	13.5%	14.1%	13.8%

#### OBSERVACIONES:

- La determinación de la densidad, absorción y vacíos, se determinó a los 28 días
- Los moldes ensayados corresponden a las probetas cilíndricas expuestas y sumergidas a una alta exposición a sulfatos.

#### Referencia:

ASTM C231 / C231M - 10 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method  
AASHTO T 152 Standard Method of Test for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: E.E.A.  
Rev.: P.C.C.



Fecha de Emisión : Lima, 26 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

  
**JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikaom en la durabilidad del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : Diseño N° 1: Concreto  $F_c$  210kg/cm<sup>2</sup>  
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco  
EDAD : 28 días

### DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO ASTM C 642

Diseño N° 1: Concreto $F_c$ 210kg/cm <sup>2</sup>				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	918.1	842.0	864.2
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	981.3	902.2	923.0
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	982.3	902.9	923.9
Masa sumergida aparente	(g)	560.3	510.8	522.4
Absorción después de inmersión	(%)	6.9%	7.1%	6.8%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	7.0%	7.2%	6.9%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm <sup>3</sup>	2.176	2.147	2.152
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm <sup>3</sup>	2.325	2.301	2.299
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm <sup>3</sup>	2.328	2.303	2.301
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>	2.568	2.542	2.528
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	15.2%	15.5%	14.9%

#### OBSERVACIONES:

- La determinación de la densidad, absorción y vacíos, se determinó a los 28 días.
- Los moldes ensayados corresponden a las probetas cilíndricas expuestas bajo el proceso de congelamiento (-15°C ± 3°C) y descongelamiento (20°C ± 2°C).

#### Referencia:

ASTM C231 / C231M - 10 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method  
AASHTO T 152 Standard Method of Test for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: E.E.A.  
Rev.: P.C.C.

Fecha de Emisión : Lima, 26 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781





**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: inform@jboingenieros.pe

**EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Óivera Cahuana, Oscar Joel  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sika Cem en la durabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA INICIO ENSAYO : Lima, 02 de septiembre del 2023

**REFERENCIAS DE DISEÑO**

MÉTODO DISEÑO : ACI (COMITÉ 211)  
RESISTENCIA f'c : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
TIPO DE ESTRUCTURA : Varios  
ASENTAMIENTO TEÓRICO : 3 a 4 pulg  
RELACIÓN A/C : 0.58

**CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150)**

MARCA : APU  
TIPO : GU  
PESO ESPECÍFICO : 3.05 g/cm<sup>3</sup>  
ASENTAMIENTO OBTENIDO : 5 pulg  
FACTOR CEMENTO : 8.2 bolsas/m<sup>3</sup>

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS**

IDENTIFICACIÓN		FINO	GRUESO
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA (g/cm <sup>3</sup> )	(ASTM C-127/C-128)	2.674	2.761
II PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1444	1486
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1536	1618
IV ABSORCIÓN (%)	(ASTM C-127/C-128)	0.91	0.40
V CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	(ASTM C-566)	5.97	0.24
VI MÓDULO DE FINEZA (ASTM C-125)		3.10	---
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (Pulg.)		---	3/4

**CARACTERÍSTICAS DEL ADITIVO**

IDENTIFICACIÓN	
I NOMBRE DEL ADITIVO	SikaCem Plastificante
II CARACTERÍSTICAS	Aditivo plastificante y reductor de agua para morteros y hormigones
III ASPECTO	líquido
IV COLOR	Marrón oscuro
V DENSIDAD	1.20 kg/l
VI DOSIFICACIÓN	0.5 % del peso del cemento

**CARACTERÍSTICAS DE LA CAL**

IDENTIFICACIÓN	
I TIPO	Cal Viva
III ASPECTO	Sólido, polvo fino
IV COLOR	Blanco
VI DOSIFICACIÓN	5.0 % peso del cemento

**DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND**

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO		
	EN PESO	EN VOLUMEN	
CEMENTO	348 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	949 kg	115.81 (kg./bol.)	2.83
AGREGADO GRUESO	869 kg	106.04 (kg./bol.)	2.52
AGUA	195 litros ó kg	23.80 (litros/bol.)	23.80 (litros/bol.)
SikaCem Plastificante	1.7408 kg	177.083 (ml/bol.)	177.083 (ml/bol.)
Cal Viva	17.408 kg	2.125 (kg/bol.)	2.125 (kg/bol.)

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO		
	EN PESO	EN VOLUMEN	
CEMENTO	348 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	1005 kg	122.73 (kg./bol.)	2.83
AGREGADO GRUESO	871 kg	106.30 (kg./bol.)	2.52
AGUA	148 litros ó kg	18.11 (litros/bol.)	18.11 (litros/bol.)
SikaCem Plastificante	1.7408 kg	177.083 (ml/bol.)	177.083 (ml/bol.)
Cal Viva	17.408 kg	2.125 (kg/bol.)	2.125 (kg/bol.)

**OBSERVACIONES :**

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varien.
- Los agregados provienen de una arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Cemento APU Tipo GU (Cemento hidráulico de uso general), proporcionado por el solicitante.

Rev.: P.C.C

Fecha de Emisión : Lima, 08 de septiembre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante



**JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: Informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandia 753  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE MUESTREO : La indicada  
PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE ENSAYO : La indicada  
REFERENCIAS DE LA MUESTRA :  
EQUIPO :  
ESTRUCTURA : Muestreado en Laboratorio  
MARCA : Molde (Cono de Abrams)  
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco

### ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP) ASTM C143 / C143M

#### COMPONENTES DEL CONCRETO

Diseño 2 : Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment  
+ 5.0 % de Cal.

#### DATOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Slump de diseño : 3 a 4 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	ASENTAMIENTO DE CONCRETO FRESCO (cm)
Especimen N° 1	14/09/2023	12:00:00 p.m.	9.90
Especimen N° 2	14/09/2023	12:10:00 p.m.	10.00
Especimen N° 3	14/09/2023	12:20:00 p.m.	9.80

#### OBSERVACIONES :

- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Se utilizó para el diseño de mezcla, el cemento Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment + 5.0 % de Cal.
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.

#### Referencia:

ASTM C 143/C143M-10a Standard test method for Slump of Hydraulic - Cement Concrete.

Tec.: E.E.A.  
Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 12 de octubre del 2023

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

**EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO**

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Olivera Cahuana, Oscar Joel Salinas Morales, Cristian Antigenes	PROYECTO	Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , Lima, 2023
DIRECCIÓN	: Jr. Sabandía 753.		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO	UBICACIÓN	Distrito de Los Olivos, Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 02 de septiembre del 2023	FECHA DE INICIO	Lima, 02 de septiembre del 2023
<b>REFERENCIAS DE LA PRUEBA</b>		<b>EQUIPO</b>	
IDENTIFICACIÓN	: La Indicada	MEDIDOR	Olla Washington
DESCRIPCIÓN	: Mezcla de Concreto Fresco	TIPO	"B"

### CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO POR EL MÉTODO DE PRESIÓN ASTM C231

IDENTIFICACIÓN	CONTENIDO DE AIRE (%)
Diseño N° 2: Concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 5% de Cal.)	2.5

#### OBSERVACIONES:

- La verificación de los diseños de concreto de cemento portland, se realizó en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C., el día 14-09-2023.
- Los trabajos de verificación y ensayos de calidad, estuvieron a cargo del personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- En el "Diseño N° 2", se hizo empleo de cemento "APU" tipo "GU", 0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 5% de Cal

#### Referencia:

ASTM C231 / C231M - 10 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method  
AASHTO T 152 Standard Method of Test for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec: EEA  
Rev: P.C.C.

Fecha de Emisión : Lima, 10 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



  
**JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE MUESTREO : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y  
plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  
fc=210 kg/cm2, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE ENSAYO : 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : Varios  
DESCRIPCIÓN : Probetas cilíndricas de concreto

### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

#### COMPONENTES DEL CONCRETO

Diseño 2 : Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment +  
5.0 % de Cal.

#### DATOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm2

Slump de diseño : 3 a 4 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especimen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	16,950	215.81
Especimen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	16,420	209.07
Especimen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	17,190	214.56
Especimen N° 1 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	17,230	219.38
Especimen N° 2 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.1	17,680	220.67
Especimen N° 3 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	17,110	217.85
Especimen N° 1 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	17,410	221.67
Especimen N° 2 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	17,730	225.75
Especimen N° 3 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	18,120	226.17

#### OBSERVACIONES :

- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Se utilizó para el diseño de mezcla, el cemento Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment + 5.0 % de Cal.
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.

#### Referencia:

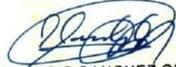
ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

Tec.: D.A.A.  
Rev.: M.M.F.



Fecha de Emisión : Lima, 12 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE MUESTREO : Lima, 02 de septiembre del 2023  
PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y  
plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  
f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE ENSAYO : 02 de septiembre del 2023

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : Varios  
DESCRIPCIÓN : Probetas cilíndricas de concreto

## ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

### COMPONENTES DEL CONCRETO

Diseño 2 : Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment +  
5.0 % de Cal.

### DATOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>

Slump de diseño : 3 a 4 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especimen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	17,480	222.56
Especimen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	17,190	214.56
Especimen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	17,850	227.27
Especimen N° 1 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.1	19,240	240.14
Especimen N° 2 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.1	19,090	238.27
Especimen N° 3 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	18,990	241.79
Especimen N° 1 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	20,120	251.13
Especimen N° 2 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	20,380	259.49
Especimen N° 3 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	19,880	253.12

### OBSERVACIONES :

- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Se utilizó para el diseño de mezcla, el cemento Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment + 5.0 % de Cal.
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.
- Las probetas cilíndricas han sido expuestas y sumergidas en agua con una alta exposición a sulfatos.

### Referencia:

ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.



Tec.: D.A.A.  
M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 12 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sebandia 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE MUESTREO : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  
 $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE ENSAYO : 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : Varios  
DESCRIPCIÓN : Probetas cilíndricas de concreto

### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

#### COMPONENTES DEL CONCRETO

Diseño 2 : Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment + 5.0 % de Cal.

#### DATOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Slump de diseño : 3 a 4 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especimen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	16,230	202.58
Especimen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	15,890	202.32
Especimen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	16,520	206.19
Especimen N° 1 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	16,840	214.41
Especimen N° 2 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.1	17,510	218.55
Especimen N° 3 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	16,520	210.34
Especimen N° 1 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	18,800	234.65
Especimen N° 2 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	17,990	229.06
Especimen N° 3 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	18,210	231.86

#### OBSERVACIONES :

- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Se utilizó para el diseño de mezcla, el cemento Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment + 5.0 % de Cal.
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.
- Las probetas cilíndricas han sido expuestas bajo el proceso de congelamiento (-15°C ± 3°C) y descongelamiento (20°C ± 2°C).

#### Referencia:

ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

Tec. D.A.A.  
M.M.F.



Fecha de Emisión : Lima, 12 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikaem en la durabilidad del concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : Diseño N° 2: Concreto F'c 210kg/cm<sup>2</sup>  
(0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 5% de Cal.)  
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco  
EDAD : 28 días

### DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO ASTM C 642

Diseño N° 2: Concreto F'c 210kg/cm <sup>2</sup> (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 5% de Cal.)				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	883.8	860.7	869.2
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	932.6	910.2	917.1
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	933.4	911.1	918.2
Masa sumergida aparente	(g)	549.4	518.7	536.7
Absorción después de inmersión	(%)	5.5%	5.8%	5.5%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	5.6%	5.9%	5.6%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm <sup>3</sup>	2.302	2.193	2.278
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm <sup>3</sup>	2.429	2.320	2.404
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm <sup>3</sup>	2.431	2.322	2.407
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>	2.643	2.517	2.614
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	12.9%	12.8%	12.8%

#### OBSERVACIONES

- La determinación de la densidad, absorción y vacíos, se determinó a los 28 días.
- Los trabajos de verificación y ensayos de calidad, estuvieron a cargo del personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.

#### Referencia:

ASTM C231 / C231M - 10 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method  
AASHTO T 152 Standard Method of Test for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: EEA  
Rev.: P.C.C.



Fecha de Emisión : Lima, 26 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

**JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59731



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salmas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandia 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikaem en la durabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima  
FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : Diseño N° 2: Concreto F'c 210kg/cm2  
(0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 5% de Cal.)  
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco  
EDAD : 28 días

### DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO ASTM C 642

Diseño N° 2: Concreto F'c 210kg/cm2 (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 5% de Cal.)				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	903.5	889.2	896.9
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	956.6	942.6	951.0
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	956.7	943.4	951.9
Masa sumergida aparente	(g)	560.3	545.9	551.1
Absorción después de inmersión	(%)	5.8%	6.0%	6.0%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	5.9%	6.1%	6.1%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.279	2.237	2.238
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.411	2.371	2.373
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.413	2.373	2.375
Densidad aparente	g/cm3	2.633	2.590	2.594
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	13.4%	13.6%	13.7%

#### OBSERVACIONES:

- La determinación de la densidad, absorción y vacíos, se determinó a los 28 días.
- Los moldes ensayados corresponden a las probetas cilíndricas expuestas y sumergidas a una alta exposición a sulfatos.

#### Referencia:

ASTM C231 / C231M - 10 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method  
AASHTO T 152 Standard Method of Test for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec: E.E.A.  
Rev: P.C.C.



Fecha de Emisión: Lima, 26 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

**JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.  
Calle Villalobos 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandia 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023 FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : Diseño N° 2: Concreto  $F_c$  210kg/cm<sup>2</sup>  
(0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 5% de Cal.)  
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco EDAD : 28 días

#### DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO ASTM C 642

Diseño N° 2: Concreto $F_c$ 210kg/cm <sup>2</sup> (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 5% de Cal.)				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	914.9	911.1	920.4
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	966.7	964.1	973.2
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	967.2	964.6	973.9
Masa sumergida aparente	(g)	566.4	558.6	565.2
Absorción después de inmersión	(%)	5.7%	5.8%	5.7%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	5.7%	5.9%	5.8%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm <sup>3</sup>	2.283	2.244	2.252
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm <sup>3</sup>	2.412	2.375	2.381
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm <sup>3</sup>	2.413	2.376	2.383
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>	2.625	2.585	2.591
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	13.0%	13.2%	13.1%

#### OBSERVACIONES:

- La determinación de la densidad, absorción y vacíos, se determinó a los 28 días.
- Los moldes ensayados corresponden a las probetas cilíndricas expuestas bajo el proceso de congelamiento ( $-15^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ) y descongelamiento ( $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ).

#### Referencia:

ASTM C231 / C231M - 10 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method  
AASHTO T 152 Standard Method of Test for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: E.E.A.  
Rev.: P.C.C.



Fecha de Emisión : Lima, 26 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.

Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuaña, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes

DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikaCem en la durabilidad del concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.

UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.

FECHA INICIO ENSAYO : Lima, 02 de septiembre del 2023

REFERENCIAS DE DISEÑO

MÉTODO DISEÑO : ACI (COMITÉ 211)

RESISTENCIA F<sub>c</sub> : 210 kg/cm<sup>2</sup>

TIPO DE ESTRUCTURA : Varios

ASENTAMIENTO TEÓRICO : 3 a 4 pulg

RELACIÓN AC : 0.56

CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150)

MARCA : APU

TIPO : GU

PESO ESPECÍFICO : 3.05 g/cm<sup>3</sup>

ASENTAMIENTO OBTENIDO : 5 pulg

FACTOR CEMENTO : 8.5 bolsas/m<sup>3</sup>

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN		FINO	GRUESO
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> ) (ASTM C-127/C-128)	2.674	2.761
II PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m <sup>3</sup> ) (ASTM C-29)	1444	1486
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> ) (ASTM C-29)	1536	1618
IV ABSORCIÓN	(%) (ASTM C-127/C-128)	0.91	0.40
V CONTENIDO DE HUMEDAD	(%) (ASTM C-566)	5.97	0.24
VI MÓDULO DE FINEZA	(ASTM C-125)	3.10	--
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)	--	3/4

CARACTERÍSTICAS DEL ADITIVO

IDENTIFICACIÓN	
I NOMBRE DEL ADITIVO	SikaCem Plastificante
II CARACTERÍSTICAS	Aditivo plastificante y reductor de agua para morteros y hormigones
III ASPECTO	líquido
IV COLOR	Marrón oscuro
V DENSIDAD	1.20 kg/l
VI DOSIFICACIÓN	0.5 % del peso del cemento

CARACTERÍSTICAS DE LA CAL

IDENTIFICACIÓN	
I TIPO	Cal Viva
III ASPECTO	Sólido, polvo fino
IV COLOR	Bianco
VI DOSIFICACIÓN	10.0 % peso del cemento

DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO		
	EN PESO	EN VOLUMEN	
CEMENTO	362 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	931 kg	108.21 (kg./bol.)	2.67
AGREGADO GRUESO	852 kg	100.00 (kg./bol.)	2.38
AGUA	203 litros ó kg	23.80 (litros/bol.)	23.80 (litros/bol.)
SikaCem Plastificante	1.8113 kg	177.083 (ml/bol.)	177.083 (ml/bol.)
Cal Viva	36.225 kg	4.250 (kg/bol.)	4.250 (kg/bol.)

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO		
	EN PESO	EN VOLUMEN	
CEMENTO	362 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	966 kg	115.74 (kg./bol.)	2.67
AGREGADO GRUESO	854 kg	100.24 (kg./bol.)	2.38
AGUA	157 litros ó kg	18.43 (litros/bol.)	18.43 (litros/bol.)
SikaCem Plastificante	1.8113 kg	177.083 (ml/bol.)	177.083 (ml/bol.)
Cal Viva	36.225 kg	4.250 (kg/bol.)	4.250 (kg/bol.)



OBSERVACIONES :

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen
- Los agregados provienen de una arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Cemento APU Tipo GU (Cemento hidráulico de uso general), proporcionado por el solicitante.

Rev: P.C.C.

Fecha de Emisión : Lima, 08 de septiembre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandia 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE MUESTREO : La indicada

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y  
plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  
f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE ENSAYO : La indicada

REFERENCIAS DE LA MUESTRA : Muestreado en Laboratorio  
EQUIPO : Molde (Cono de Abrams)  
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco

### ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP) ASTM C143 / C143M

#### COMPONENTES DEL CONCRETO

Diseño 3 : Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment  
+ 10.0 % de Cal.

#### DATOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Slump de diseño : 3 a 4 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	ASENTAMIENTO DE CONCRETO FRESCO (cm)
Especimen N° 1	14/09/2023	02:30:00 p.m.	8.90
Especimen N° 2	14/09/2023	02:40:00 p.m.	8.90
Especimen N° 3	14/09/2023	02:50:00 p.m.	9.10

#### OBSERVACIONES :

- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Se utilizó para el diseño de mezcla, el cemento Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment + 10.0 % de Cal.
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.

#### Referencia:

ASTM C 143/C143M-10a Standard test method for Slump of Hydraulic - Cement Concrete.

Tec.: E.E.A.

Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 12 de octubre del 2023

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Olivera Cahuana, Oscar Joel Salinas Morales, Cristian Antigenes	PROYECTO	: Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikaCem en la durabilidad del concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , Lima, 2023
DIRECCIÓN	: Jr. Sabandía 753.	UBICACIÓN	: Distrito de Los Olivos, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO	FECHA DE INICIO	: Lima, 02 de septiembre del 2023
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 02 de septiembre del 2023		

#### REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : La Indicada  
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco

#### EQUIPO

MEDIDOR : Olla Washington  
TIPO : "B"

### CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO POR EL MÉTODO DE PRESIÓN ASTM C231

IDENTIFICACIÓN	CONTENIDO DE AIRE (%)
Diseño N° 3: Concreto Fc 210kg/cm <sup>2</sup> (0.6% de Aditivo SikaCem Plastificante y 10% de Cal.)	2.4

#### OBSERVACIONES:

- La verificación de los diseños de concreto de cemento portland, se realizó en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C., el día 14-09-2023
- Los trabajos de verificación y ensayos de calidad, estuvieron a cargo del personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- En el "Diseño N° 3", se hizo empleo de cemento "APU" tipo "GU", 0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 10% de Cal.

#### Referencia:

ASTM C231 / C231M - 10 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method  
AASHTO T 152 Standard Method of Test for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: EEA  
Rev.: P.C.C.

Fecha de Emisión : Lima, 10 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante



JUAN SEBASTIÁN PÉREZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima - Perú  
Teléfono: 01-663-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sebandia 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE MUESTREO : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y  
plastificante sikaem en la durabilidad del concreto  
f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE ENSAYO : 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : Varios  
DESCRIPCIÓN : Probetas cilíndricas de concreto

### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

#### COMPONENTES DEL CONCRETO

Diseño 3 : Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment +  
10.0 % de Cal.

#### DATOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Slump de diseño : 3 a 4 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especimen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	21,110	268.78
Especimen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	20,580	262.03
Especimen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	21,580	269.10
Especimen N° 1 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	22,690	288.90
Especimen N° 2 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	22,108	281.49
Especimen N° 3 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.1	22,990	286.95
Especimen N° 1 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	21,050	268.02
Especimen N° 2 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	23,580	294.31
Especimen N° 3 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	23,150	294.75

#### OBSERVACIONES :

- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Se utilizó para el diseño de mezcla, el cemento Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment + 10.0 % de Cal.
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.

#### Referencia:

ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Fecha de Emisión : Lima, 12 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE MUESTREO : Lima, 02 de septiembre del 2023  
PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y  
plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  
f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE ENSAYO : 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : Varios  
DESCRIPCIÓN : Probetas cilíndricas de concreto

### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

#### COMPONENTES DEL CONCRETO

Diseño 3 : Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment +  
10.0 % de Cal.

#### DATOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>

Stump de diseño : 3 a 4 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especimen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	17,780	226.38
Especimen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	18,510	231.03
Especimen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	17,400	221.54
Especimen N° 1 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	21,160	269.42
Especimen N° 2 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	20,890	265.98
Especimen N° 3 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.1	21,640	270.10
Especimen N° 1 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	20,580	256.87
Especimen N° 2 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	22,140	281.90
Especimen N° 3 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	21,970	279.73

#### OBSERVACIONES :

- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Se utilizó para el diseño de mezcla, el cemento Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment + 10.0 % de Cal.
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.
- Las probetas cilíndricas han sido expuestas y sumergidas en agua con una alta exposición a sulfatos.

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Referencia: ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

Fecha de Emisión : Lima, 12 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandia 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE MUESTREO : Lima, 02 de septiembre del 2023  
PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y  
plastificante sikaem en la durabilidad del concreto  
 $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE ENSAYO : 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : Varios  
DESCRIPCIÓN : Probetas cilíndricas de concreto

### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

#### COMPONENTES DEL CONCRETO

Diseño 3 : Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment +  
10.0 % de Cal.

#### DATOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>

Slump de diseño : 3 a 4 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especimen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	17,800	228.64
Especimen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	17,700	225.36
Especimen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	17,430	221.93
Especimen N° 1 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	18,570	236.44
Especimen N° 2 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	18,190	231.60
Especimen N° 3 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.1	19,100	238.40
Especimen N° 1 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	20,320	258.72
Especimen N° 2 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	21,140	263.86
Especimen N° 3 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	20,580	262.03

#### OBSERVACIONES :

- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Se utilizó para el diseño de mezcla, el cemento Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment + 10.0 % de Cal.
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.
- Las probetas cilíndricas han sido expuestas bajo el proceso de congelamiento (-15°C ± 3°C) y descongelamiento (20°C ± 2°C)



Referencia:

ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

Rev.: M.M.F.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

Fecha de Emisión : Lima, 12 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima, 2023.  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandia 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023 FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : Diseño N° 3: Concreto F'c 210kg/cm2 (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 10% de Cal.)  
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco EDAD : 28 días

#### DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO ASTM C 642

Diseño N° 3: Concreto F'c 210kg/cm2 (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 10% de Cal.)				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	929.7	884.3	912.5
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	980.7	934.2	961.2
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	981.3	934.8	962.0
Masa sumergida aparente	(g)	567.3	537.2	562.2
Absorción después de inmersión	(%)	5.6%	5.6%	5.3%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	5.6%	5.7%	5.4%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.246	2.224	2.282
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.369	2.350	2.404
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.370	2.351	2.406
Densidad aparente	g/cm3	2.665	2.648	2.606
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	12.5%	12.7%	12.4%

#### OBSERVACIONES:

- La determinación de la densidad, absorción y vacíos, se determinó a los 28 días.
- Los trabajos de verificación y ensayos de calidad, estuvieron a cargo del personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.

#### Referencia:

ASTM C231 / C231M - 10 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method  
AASHTO T 152 Standard Method of Test for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: E.E.A.  
Rev.: P.C.C.



Fecha de Emisión : Lima, 26 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayocrazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : Diseño N° 3: Concreto F'c 210kg/cm2  
(0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 10% de Cal.)  
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco  
EDAD : 28 días

#### DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO ASTM C 642

Número de Ensayos		Diseño N° 3: Concreto F'c 210kg/cm2 (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 10% de Cal.)		
		Moide 1 Superior	Moide 2 Centro	Moide 3 Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	919.2	912.4	935.1
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	973.0	962.6	986.7
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	973.9	963.6	987.9
Masa sumergida aparente	(g)	552.9	565.1	568.6
Absorción después de inmersión	(%)	5.9%	5.5%	5.5%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	6.0%	5.6%	5.6%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.183	2.290	2.342
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.311	2.416	2.471
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.313	2.418	2.474
Densidad aparente	g/cm3	2.509	2.627	2.699
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	13.0%	12.8%	13.2%

#### OBSERVACIONES:

- La determinación de la densidad, absorción y vacíos, se determinó a los 28 días
- Los moldes ensayados corresponden a las probetas cilíndricas expuestas y sumergidas a una alta exposición a sulfatos.

#### Referencia:

ASTM C231 / C231M - 10 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method  
AASHTO T 152 Standard Method of Test for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec: E.E.A.  
Rev: P.C.C.

Fecha de Emisión: Lima, 26 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante



  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima, 2023.  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023 FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : Diseño N° 3: Concreto F'c 210kg/cm2 (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 10% de Cal.)  
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco EDAD : 28 días

#### DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO ASTM C 642

Diseño N° 3: Concreto F'c 210kg/cm2 (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 10% de Cal.)				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	850.5	841.6	851.7
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	897.8	886.2	898.9
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	898.5	886.8	899.7
Masa sumergida aparente	(g)	516.0	516.5	521.1
Absorción después de inmersión	(%)	5.6%	5.3%	5.5%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	5.6%	5.4%	5.6%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.224	2.267	2.250
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.347	2.387	2.375
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.349	2.388	2.377
Densidad aparente	g/cm3	2.643	2.581	2.577
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	12.5%	12.2%	12.7%

#### OBSERVACIONES:

- La determinación de la densidad, absorción y vacíos, se determinó a los 28 días.
- Los moldes ensayados corresponden a las probetas cilíndricas expuestas bajo el proceso de congelamiento (-15°C ± 3°C) y descongelamiento (20°C ± 2°C).

#### Referencia:

ASTM C231 / C231M - 10 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method  
AASHTO T 152 Standard Method of Test for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec. E.E.A.  
Rev. P.C.C.



Fecha de Emisión : Lima, 26 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

**EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Olivera Cahuna, Oscar Joel  
: Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandia 753  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikaCem en la durabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA INICIO ENSAYO : Lima, 02 de septiembre del 2023

**REFERENCIAS DE DISEÑO**

MÉTODO DISEÑO : ACI (COMITÉ 211)  
RESISTENCIA Fc : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
TIPO DE ESTRUCTURA : Varios  
ASENTAMIENTO TEÓRICO : 3 a 4 pulg  
RELACIÓN A/C : 0.56

**CEMENTO PORTLAND (ASTM C-150)**

MARCA : APU  
TIPO : GU  
PESO ESPECÍFICO : 3.05 g/cm<sup>3</sup>  
ASENTAMIENTO OBTENIDO : 5 pulg  
FACTOR CEMENTO : 8.9 bolsas/m<sup>3</sup>

**CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS**

IDENTIFICACIÓN		FINO	GRUESO
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA (g/cm <sup>3</sup> )	(ASTM C-127/C-128)	2.674	2.761
II PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1444	1486
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1536	1618
IV ABSORCIÓN (%)	(ASTM C-127/C-128)	0.91	0.40
V CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	(ASTM C-566)	5.97	0.24
VI MÓDULO DE FINEZA	(ASTM C-125)	3.10	--
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (Pulg.)		--	3/4

**CARACTERÍSTICAS DEL ADITIVO**

IDENTIFICACIÓN	
I NOMBRE DEL ADITIVO	SikaCem Plastificante
II CARACTERÍSTICAS	Aditivo plastificante y reductor de agua para morteros y hormigones
III ASPECTO	líquido
IV COLOR	Marrón oscuro
V DENSIDAD	1.20 kg/l
VI DOSIFICACIÓN	0.5 % del peso del cemento

**CARACTERÍSTICAS DE LA CAL**

IDENTIFICACIÓN	
I TIPO	Cal Viva
III ASPECTO	Sólido, polvo fino
IV COLOR	Blanco
VI DOSIFICACIÓN	15.0 % peso del cemento

**DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND**

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	377 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	913 kg	103.01 (kg./bol.)	2.52
AGREGADO GRUESO	836 kg	94.32 (kg./bol.)	2.24
AGUA	211 litros ó kg	23.80 (litros/bol.)	23.80 (litros/bol.)
SikaCem Plastificante	1.8630 kg	177.083 (ml/bol.)	177.083 (ml/bol.)
Cal Viva	56.491 kg	6.375 (kg/bol.)	6.375 (kg/bol.)

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	377 kg	1.00 (bol.)	1
AGREGADO FINO	967 kg	109.16 (kg./bol.)	2.52
AGREGADO GRUESO	836 kg	94.54 (kg./bol.)	2.24
AGUA	166 litros ó kg	18.74 (litros/bol.)	18.74 (litros/bol.)
SikaCem Plastificante	1.8630 kg	177.083 (ml/bol.)	177.083 (ml/bol.)
Cal Viva	56.491 kg	6.375 (kg/bol.)	6.375 (kg/bol.)

**OBSERVACIONES :**

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varien.
- Los agregados provienen de una arena natural y chancado de la piedra, enviados por el solicitante.
- Cemento APU Tipo GU (Cemento hidráulico de uso general), proporcionado por el solicitante.

Rev.: P.C.C.

Fecha de Emisión : Lima, 06 de septiembre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



**JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE MUESTREO : La indicada

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE ENSAYO : La indicada

REFERENCIAS DE LA MUESTRA :  
EQUIPO :  
ESTRUCTURA : Muestreado en Laboratorio  
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco  
MARCA : Molde (Cono de Abrams)

### ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP) ASTM C143 / C143M

#### COMPONENTES DEL CONCRETO

Diseño 4 : Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment  
: + 15.0 % de Cal.

#### DATOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Slump de diseño : 3 a 4 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	ASENTAMIENTO DE CONCRETO FRESCO (cm)
Especimen N° 1	14/09/2023	03:30:00 p.m.	10.10
Especimen N° 2	14/09/2023	03:40:00 p.m.	9.90
Especimen N° 3	14/09/2023	03:50:00 p.m.	9.90

#### OBSERVACIONES :

- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Se utilizó para el diseño de mezcla, el cemento Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment + 15.0 % de Cal.
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.

#### Referencia:

ASTM C 143/C143M-10a Standard test method for Slump of Hydraulic - Cement Concrete.

Tec.: E.E.A.

Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 12 de octubre del 2023

  
JAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Olivera Cahuana, Oscar Joel Salinas Morales, Cristian Antogenes	PROYECTO	: Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikaCem en la durabilidad del concreto $f_{cr}=210$ kg/cm <sup>2</sup> , Lima, 2023.
DIRECCIÓN	: Jr. Sabandía 753	UBICACIÓN	: Distrito de Los Olivos, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO	FECHA DE INICIO	: Lima, 02 de septiembre del 2023
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 02 de septiembre del 2023		
<b>REFERENCIAS DE LA PRUEBA</b>		<b>EQUIPO</b>	
IDENTIFICACIÓN	: La Indicada	MEDIDOR	: Olla Washington
DESCRIPCIÓN	: Mezcla de Concreto Fresco	TIPO	: 'B'

### CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO POR EL MÉTODO DE PRESIÓN ASTM C231

IDENTIFICACIÓN	CONTENIDO DE AIRE (%)
Diseño N° 4: Concreto Fc 210kg/cm <sup>2</sup> (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 15% de Cal.)	2.4

#### OBSERVACIONES

- La verificación de los diseños de concreto de cemento portland, se realizó en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C., el día 14-09-2023
- Los trabajos de verificación y ensayos de calidad, estuvieron a cargo del personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- En el "Diseño N° 4", se hizo empleo de cemento "APU" tipo "GU", 0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 15% de Cal.

#### Referencia:

ASTM C231 / C231M - 10 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method  
AASHTO T 152 Standard Method of Test for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: E.E.A.  
Rev.: P.O.C.

Fecha de Emisión: Lima, 10 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



**SAN GERARDO SANCHEZ GUANDO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valadolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE MUESTREO : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikaem en la durabilidad del concreto  
 $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE ENSAYO : 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : Varios  
DESCRIPCIÓN : Probetas cilíndricas de concreto

### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

#### COMPONENTES DEL CONCRETO

Diseño 4 : Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment + 15.0 % de Cal.

#### DATOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>

Slump de diseño : 3 a 4 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especimen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	19,320	241.14
Especimen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	18,750	238.73
Especimen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	18,960	241.41
Especimen N° 1 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	19,920	253.63
Especimen N° 2 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.1	20,150	251.50
Especimen N° 3 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	19,590	249.43
Especimen N° 1 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	21,160	264.11
Especimen N° 2 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	20,980	267.13
Especimen N° 3 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	21,040	267.89

#### OBSERVACIONES :

- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Se utilizó para el diseño de mezcla, el cemento Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment + 15.0 % de Cal.
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.

#### Referencia:

ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

Tec. D.A.A.  
Rev. M.M.F.



Fecha de Emisión : Lima, 12 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahua, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE MUESTREO : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y  
plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  
f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE ENSAYO : 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : Varios  
DESCRIPCIÓN : Probetas cilíndricas de concreto

### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

#### COMPONENTES DEL CONCRETO

Diseño 4 : Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment +  
15.0 % de Cal.

#### DATOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>

Slump de diseño : 3 a 4 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especimen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	15,500	197.35
Especimen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	16,020	199.95
Especimen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	15,250	194.17
Especimen N° 1 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	18,570	236.44
Especimen N° 2 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	18,390	234.15
Especimen N° 3 - 14 días	14/09/2023	28/09/2023	14	10.0	18,610	236.95
Especimen N° 1 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	20,940	261.36
Especimen N° 2 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	20,160	256.69
Especimen N° 3 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	21,020	262.36

#### OBSERVACIONES :

- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Se utilizó para el diseño de mezcla, el cemento Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment + 15.0 % de Cal.
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.
- Las probetas cilíndricas han sido expuestas y sumergidas en agua con una alta exposición a sulfatos.



Referencia:

ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

Tec: D.A.A.

Rev: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 12 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59731



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandia 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE MUESTREO : Lima, 02 de septiembre del 2023  
PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y  
plastificante sikacem en la durabilidad del concreto  
fc=210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima.  
FECHA DE ENSAYO : 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : Varios  
DESCRIPCIÓN : Probetas cilíndricas de concreto

### ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 12

#### COMPONENTES DEL CONCRETO

Diseño 4 : Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment +  
15.0 % de Cal.

#### DATOS DEL DISEÑO

Resistencia de diseño a 28 días : 210 kg/cm<sup>2</sup>

Slump de diseño : 3 a 4 pulg

DENOMINACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
Especimen N° 1 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	16,470	209.70
Especimen N° 2 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.1	17,230	215.06
Especimen N° 3 - 07 días	14/09/2023	21/09/2023	7	10.0	16,240	206.77
Especimen N° 1 - 14 días	14/09/2023	26/09/2023	14	10.0	18,720	238.35
Especimen N° 2 - 14 días	14/09/2023	26/09/2023	14	10.0	18,150	231.09
Especimen N° 3 - 14 días	14/09/2023	26/09/2023	14	10.1	19,190	239.52
Especimen N° 1 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.1	22,320	278.59
Especimen N° 2 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	21,650	275.66
Especimen N° 3 - 28 días	14/09/2023	12/10/2023	28	10.0	21,540	274.26

#### OBSERVACIONES :

- Las muestras de agregados fueron proporcionados por el solicitante.
- Se utilizó para el diseño de mezcla, el cemento Cemento APU Tipo GU + 0.5 % de Aditivo SikaCem Plastiment + 15.0 % de Cal.
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.
- Las probetas cilíndricas han sido expuestas bajo el proceso de congelamiento (-15°C ± 3°C) y descongelamiento (20°C ± 2°C)



Referencia:

ASTM C39 / C39M - 12 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

Tec.: D.A.A.

Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 12 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikaem en la durabilidad del concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, Lima, 2023.  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023 FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : Diseño N° 4: Concreto F'c 210kg/cm<sup>2</sup>  
(0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 15% de Cal.)  
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco EDAD : 28 días

#### DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO ASTM C 642

Diseño N° 4: Concreto F'c 210kg/cm <sup>2</sup> (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 15% de Cal.)				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	889.7	876.3	884.9
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	936.8	922.7	932.5
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	937.5	923.3	933.0
Masa sumergida aparente	(g)	535.5	533.0	525.1
Absorción después de inmersión	(%)	5.3%	5.3%	5.4%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	5.4%	5.4%	5.4%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm <sup>3</sup>	2.213	2.245	2.189
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm <sup>3</sup>	2.330	2.364	2.286
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm <sup>3</sup>	2.332	2.366	2.287
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>	2.512	2.553	2.460
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	11.9%	12.0%	11.8%

#### OBSERVACIONES:

- La determinación de la densidad, absorción y vacíos, se determinó a los 28 días.
- Los trabajos de verificación y ensayos de calidad, estuvieron a cargo del personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.

#### Referencia:

ASTM C231 / C231M - 10 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method  
AASHTO T 152 Standard Method of Test for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: E.E.A.  
Rev.: P.C.C.



Fecha de Emisión: Lima, 26 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate.  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Olivera Cahuana, Oscar Joel Salinas Morales, Cristian Antogenes	PROYECTO	: Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikaom en la durabilidad del concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , Lima, 2023.
DIRECCIÓN	: Jr. Sabandía 753.	UBICACIÓN	: Distrito de Los Olivos, Lima.
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO	FECHA DE INICIO	: Lima, 02 de septiembre del 2023
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 02 de septiembre del 2023		

#### REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN	: Diseño N° 4: Concreto F'c 210kg/cm <sup>2</sup> (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 15% de Cal.)	EDAD	: 28 días
DESCRIPCIÓN	: Mezcla de Concreto Fresco		

### DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO ASTM C 642

Diseño N° 4: Concreto F'c 210kg/cm <sup>2</sup> (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 15% de Cal.)				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	933.5	893.7	918.2
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	984.2	943.0	969.3
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	985.4	944.1	970.1
Masa sumergida aparente	(g)	574.8	542.2	566.2
Absorción después de inmersión	(%)	5.4%	5.5%	5.6%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	5.6%	5.6%	5.7%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm <sup>3</sup>	2.274	2.224	2.218
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm <sup>3</sup>	2.397	2.346	2.342
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm <sup>3</sup>	2.400	2.349	2.344
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>	2.602	2.543	2.536
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	12.6%	12.5%	12.5%

#### OBSERVACIONES:

- La determinación de la densidad, absorción y vacíos, se determinó a los 28 días.
- Los moldes ensayados corresponden a las probetas cilíndricas expuestas y sumergidas a una alta exposición a sulfatos.

Referencia: ASTM C231 / C231M - 10 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method  
AASHTO T 152 Standard Method of Test for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: E.E.A.  
Rev.: P.C.C.



Fecha de Emisión Lima, 26 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

**JUAN SERGIO SÁNCHEZ GUANDO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.pe

EXPEDIENTE N° 142-2023-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Olivera Cahuana, Oscar Joel  
Salinas Morales, Cristian Antogenes  
DIRECCIÓN : Jr. Sabandía 753.  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 142-2023-JBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 02 de septiembre del 2023

PROYECTO : Tesis: Influencia de la adición de cal viva y plastificante sikacem en la durabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2, Lima, 2023.  
UBICACIÓN : Distrito de Los Olivos, Lima  
FECHA DE INICIO : Lima, 02 de septiembre del 2023

#### REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : Diseño N° 4: Concreto F'c 210kg/cm2  
(0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 15% de Cal.)  
DESCRIPCIÓN : Mezcla de Concreto Fresco  
EDAD : 28 días

### DENSIDAD, POROS Y VACÍOS DEL CONCRETO ASTM C 642

Diseño N° 4: Concreto F'c 210kg/cm2 (0.5% de Aditivo SikaCem Plastificante y 15% de Cal.)				
Número de Ensayos		Molde 1	Molde 2	Molde 3
		Superior	Centro	Inferior
Masa de la muestra secada al horno	(g)	889.7	854.4	885.0
Masa saturada después de la inmersión en agua	(g)	938.9	903.7	936.4
Masa saturada después de ebullición en agua	(g)	939.5	904.5	937.1
Masa sumergida aparente	(g)	546.6	515.8	526.7
Absorción después de inmersión	(%)	5.5%	5.8%	5.8%
Absorción después de inmersión y ebullición	(%)	5.6%	5.9%	5.9%
Densidad seca global (o bruta)	g/cm3	2.264	2.198	2.157
Densidad global (o bruta) después de inmersión	g/cm3	2.390	2.325	2.282
Densidad global (o bruta) después de inmersión y ebullición	g/cm3	2.391	2.327	2.284
Densidad aparente	g/cm3	2.593	2.524	2.470
Volumen de vacíos (% vacíos)	(%)	12.7%	12.9%	12.7%

#### OBSERVACIONES:

- La determinación de la densidad, absorción y vacíos, se determinó a los 28 días.
- Los moldes ensayados corresponden a las probetas cilíndricas expuestas bajo el proceso de congelamiento (-15°C ± 3°C) y descongelamiento (20°C ± 2°C).

#### Referencia:

ASTM C231 / C231M - 10 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method  
AASHTO T 152 Standard Method of Test for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

Tec.: E.E.A.  
Rev.: P.C.C.



Fecha de Emisión : Lima, 26 de octubre del 2023

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

## Anexo 9. Certificados de calibración del equipo

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN  
NTP ISO/IEC 17025:2017

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

**M23-178-2**

Fecha de Emisión: 2023-03-28

Orden de Servicio: 0178-00

Expediente: 0218

#### 1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante : JBO INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Cal. Valladolid N° 149 Mayorazgo 2da Etapa Ate

#### 2. INSTRUMENTO : BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Serie : 8335100181

Capacidad Máxima : 30000 g

División de Escala : 1 g

División de Verificación (e) : 1 g

Clase : II

Procedencia : CHINA

Identificación : 8335100181

#### 3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2023-03-28

Ubicación : LABORATORIO DE SUELOS

Dirección : Cal. Valladolid N° 149 Mayorazgo 2da Etapa Ate

Los resultados presentados en este certificado de calibración son válidos solamente para este instrumento en las condiciones que es realizada la calibración.

Servicios Industriales y Metrológicos S.A.C. (SIMSAC) no se responsabiliza del uso inadecuado del instrumento.

SIMSAC no es responsable de la inadecuada interpretación de los resultados presentados en este certificado de calibración.

El presente certificado de calibración carece de validez sin las firmas digitales.

Los resultados presentados en este certificado de calibración son trazables a patrones nacionales o internacionales de acuerdo al sistema internacional de medida (SI).

Esta prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la aprobación de SIMSAC.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

M23-178-2

### 4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó con método de comparación directa según el PC-011 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase I y II", Cuarta edición, Abril 2010, Indecopi.

### 5. TRAZABILIDAD DE LA CALIBRACIÓN

INSTRUMENTO	CERTIFICADO	IDENTIFICACIÓN
Juego de Pesas 1 mg a 2 kg	LM-C-136-2022	JPE2-01
Pesa de 5 kg	LM-C-121-2022	PF1-01
Pesa de 10 kg	LM-C-004-2023	PF1-02
Pesa de 20 kg	LM-C-154-2022	PF1-03

### 6. OBSERVACIONES

Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO en la balanza.  
Según la NMP 003-2009 la capacidad mínima para esta balanza es 50 g.  
De acuerdo a los registros del cliente, la temperatura del lugar de calibración varía entre 18 °C a 27 °C.  
Se realizó ajuste a la balanza con una carga de 30000 g obteniendo un valor de 29996 g  
El cliente realizó el ajuste de la balanza con las pesas de SIMSAC.  
Se ha considerado el valor  $1,0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  para el coeficiente de deriva de la indicación con respecto a la temperatura.

### 7. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre de medición", Primera edición, Setiembre 2008.



Cal  
Lab

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

M23-178-2

### 8. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	Tiene	ESCALA	No tiene
OSCILACIÓN LIBRE	Tiene	CURSOR	No tiene
PLATAFORMA	Tiene	NIVELACIÓN	Tiene
SISTEMA DE TRABA	No tiene		

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 = 15000 g			Carga L2 = 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL(g)	E (g)
1	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
3	14 999	0,5	-1,0	30 000	0,5	0,0
4	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
5	14 999	0,5	-1,0	30 000	0,4	0,1
6	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0
7	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
8	14 999	0,5	-1,0	30 000	0,5	0,0
9	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0
10	14 999	0,5	-1,0	30 000	0,5	0,0

Carga	Diferencia Máxima (g)	± e.m.p. (g)
15000 g	1,0	2
30000 g	0,2	3

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5	Temperatura (°C)	Inicial	Final	
1			20,0	20,1	
3	4		Humedad Relativa (%HR)	65,2	64,1

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E0			Determinación del Error Corregido Ec						
	Carga Mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	10	10	0,5	0,0	10 000	10 000	0,5	0,0	0,0	
2		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0	
3		10	0,5	0,0		10 000	0,6	-0,1	-0,1	
4		10	0,5	0,0		9 999	0,6	-1,1	-1,1	
5		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0	
± e.m.p. (g)				1	± e.m.p. (g)					2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

M23-178-2

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	0,0	0,0
Humedad Relativa (%HR)	-8,9	-8,9

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± e.m.p. (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
E <sub>o</sub> 10,0	10	0,5	0,0						
50,0	50	0,6	-0,1	-0,1	50	0,5	0,0	0,0	1
500,0	500	0,5	0,0	0,0	500	0,5	0,0	0,0	1
1 000,0	1 000	0,5	0,0	0,0	1 000	0,5	0,0	0,0	1
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	-0,1	5 000	0,6	-0,1	-0,1	1
6 000,0	5 999	0,5	-1,0	-1,0	6 000	0,6	-0,1	-0,1	2
10 000,0	10 000	0,5	0,0	0,0	10 000	0,5	0,0	0,0	2
15 000,0	15 000	0,5	0,0	0,0	15 000	0,5	0,0	0,0	2
20 000,0	20 000	0,6	-0,1	-0,1	20 000	0,5	0,0	0,0	2
25 000,0	25 000	0,5	0,0	0,0	25 000	0,5	0,0	0,0	3
30 000,1	30 000	0,5	-0,1	-0,1	30 000	0,6	-0,2	-0,2	3

Lectura Corregida :  $R_{\text{corregida}} = (R + 9,48 \times 10^{-6} \times R) \text{ g}$

Incertidumbre de Medición :  $U = 2 \times (7,85 \times 10^{-9} \times R^2 + 4,77 \times 10^{-1})^{1/2} \text{ g}$   
Para cargas hasta 30000 g

L : Carga aplicada a la balanza. E : Error encontrado. U : Incertidumbre expandida de la lectura corregida.  
I : Indicación de la balanza. E0 : Error en cero. R : Lectura de la balanza posterior a la calibración expresada en (g).  
ΔL : Carga adicional. Ec : Error corregido.

Fin del Documento



SIMSACPERU

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

**M23-178-3**

Fecha de Emisión: 2023-03-30

Orden de Servicio: 0178-00

Expediente: 0218

### 1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante : JBO INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Cal. Valladolid N° 149 Mayorazgo 2da Etapa Ate

### 2. INSTRUMENTO : BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA

Marca : T-SCALE

Modelo : NHB-6000

Serie : 105014004009

Capacidad Máxima : 6000 g

División de Escala : 0,1 g

División de Verificación (e) : 0,1 g

Clase : II

Procedencia : CHINA

Identificación : JBO-102-BAL-06

### 3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2023-03-28

Ubicación : LABORATORIO DE SUELOS

Dirección : Cal. Valladolid N° 149 Mayorazgo 2da Etapa Ate

Los resultados presentados en este certificado de calibración son válidos solamente para este instrumento en las condiciones que es realizada la calibración.

Servicios Industriales y Metrológicos S.A.C. (SIMSAC) no se responsabiliza del uso inadecuado del instrumento.

SIMSAC no es responsable de la inadecuada interpretación de los resultados presentados en este certificado de calibración.

El presente certificado de calibración carece de validez sin las firmas digitales.

Los resultados presentados en este certificado de calibración son trazables a patrones nacionales o internacionales de acuerdo al sistema internacional de medida (SI).

Esta prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la aprobación de SIMSAC.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

M23-178-3

### 4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó con método de comparación directa según el PC-011 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase I y II", Cuarta edición, Abril 2010, Indecopi.

### 5. TRAZABILIDAD DE LA CALIBRACIÓN

INSTRUMENTO	CERTIFICADO	IDENTIFICACIÓN
Juego de Pesas 1 mg a 2 kg	LM-C-136-2022	JPE2-01
Pesa de 5 kg	LM-C-121-2022	PF1-01

### 6. OBSERVACIONES

Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO en la balanza.  
Según la NMP 003-2009 la capacidad mínima para esta balanza es 5 g.  
De acuerdo a los registros del cliente, la temperatura del lugar de calibración varía entre 18 °C a 27 °C.  
Se realizó ajuste a la balanza con una carga de 5000 g obteniendo un valor de 4998,9 g  
El cliente realizó el ajuste de la balanza con las pesas de SIMSAC.  
Se ha considerado el valor  $1,0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  para el coeficiente de deriva de la indicación con respecto a la temperatura.

### 7. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre de medición", Primera edición, Setiembre 2008.



Cal  
Lab

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

M23-178-3

### 8. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	Tiene	ESCALA	No tiene
OSCILACIÓN LIBRE	Tiene	CURSOR	No tiene
PLATAFORMA	Tiene	NIVELACIÓN	Tiene
SISTEMA DE TRABA	No tiene		

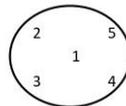
### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,0	20,1
Humedad Relativa (%HR)	65,2	64,1

Medición N°	Carga L1 = 3000 g			Carga L2 = 6000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL(g)	E (g)
1	3 000,0	0,06	-0,01	6 000,0	0,05	0,00
2	3 000,0	0,05	0,00	6 000,0	0,05	0,00
3	3 000,0	0,05	0,00	6 000,0	0,06	-0,01
4	3 000,0	0,06	-0,01	6 000,1	0,05	0,10
5	3 000,0	0,05	0,00	6 000,0	0,05	0,00
6	3 000,0	0,05	0,00	6 000,0	0,05	0,00
7	3 000,0	0,05	0,00	6 000,0	0,05	0,00
8	3 000,0	0,05	0,00	6 000,1	0,06	0,09
9	3 000,0	0,06	-0,01	6 000,1	0,06	0,09
10	3 000,0	0,05	0,00	6 000,0	0,05	0,00

Carga	Diferencia Máxima (g)	± e.m.p. (g)
3000 g	0,01	0,3
6000 g	0,11	0,3

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,0	20,1
Humedad Relativa (%HR)	65,2	64,1

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E0				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,0	1,0	0,05	0,00	2 000,0	2 000,0	0,05	0,00	0,00
2		1,0	0,05	0,00		1 999,9	0,06	-0,11	-0,11
3		1,0	0,06	-0,01		1 999,9	0,06	-0,11	-0,10
4		1,0	0,05	0,00		2 000,0	0,05	0,00	0,00
5		1,0	0,06	-0,01		2 000,0	0,05	0,00	0,01
		± e.m.p. (g)		0,1		± e.m.p. (g)		0,2	

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

M23-178-3

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,0	20,1
Humedad Relativa (%HR)	65,2	64,1

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± e.m.p. (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
E <sub>0</sub> 1,00	1,0	0,05	0,00						
5,00	5,0	0,05	0,00	0,00	5,0	0,06	-0,01	-0,01	0,1
20,00	20,0	0,06	-0,01	-0,01	20,0	0,05	0,00	0,00	0,1
100,00	100,0	0,04	0,01	0,01	100,0	0,05	0,00	0,00	0,1
500,00	500,0	0,05	0,00	0,00	500,0	0,05	0,00	0,00	0,1
1 200,00	1 200,0	0,04	0,01	0,01	1 200,0	0,05	0,00	0,00	0,2
2 000,00	1 999,9	0,06	-0,11	-0,11	2 000,0	0,05	0,00	0,00	0,2
3 000,00	3 000,0	0,05	0,00	0,00	3 000,0	0,05	0,00	0,00	0,3
4 000,00	4 000,0	0,04	0,01	0,01	4 000,0	0,04	0,01	0,01	0,3
5 000,00	4 999,9	0,05	-0,10	-0,10	4 999,9	0,05	-0,10	-0,10	0,3
6 000,00	6 000,0	0,05	0,00	0,00	6 000,0	0,05	0,00	0,00	0,3

Lectura Corregida :  $R_{\text{corregida}} = (R + 1,16 \times 10^{-5} \times R) \text{ g}$

Incertidumbre de Medición :  $U = 2 \times (1,22 \times 10^{-8} \times R^2 + 4,79 \times 10^{-3})^{1/2} \text{ g}$   
Para cargas hasta 6000 g

L : Carga aplicada a la balanza. E : Error encontrado. U : Incertidumbre expandida de la lectura corregida.  
I : Indicación de la balanza. E0 : Error en cero.  
ΔL : Carga adicional. Ec : Error corregido. R : Lectura de la balanza posterior a la calibración expresada en (g).

Fin del Documento



60  
30  
0  
30  
60

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

**M23-178-7**

Fecha de Emisión: 2023-03-28

Orden de Servicio: 0178-00

Expediente: 0218

### 1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante : JBO INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Cal. Valladolid N° 149 Mayorazgo 2da Etapa Ate

### 2. INSTRUMENTO : BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA

Marca : T-SCALE

Modelo : TB-3000

Serie : 03925020015

Capacidad Máxima : 3000 g

División de Escala : 0,1 g

División de Verificación (e) : 0,1 g

Clase : II

Procedencia : CHINA

Identificación : JBO-102-BAL-04

### 3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2023-03-28

Ubicación : LABORATORIO DE SUELOS

Dirección : Cal. Valladolid N° 149 Mayorazgo 2da Etapa Ate

Los resultados presentados en este certificado de calibración son válidos solamente para este instrumento en las condiciones que es realizada la calibración.

Servicios Industriales y Metrológicos S.A.C. (SIMSAC) no se responsabiliza del uso inadecuado del instrumento.

SIMSAC no es responsable de la inadecuada interpretación de los resultados presentados en este certificado de calibración.

El presente certificado de calibración carece de validez sin las firmas digitales.

Los resultados presentados en este certificado de calibración son trazables a patrones nacionales o internacionales de acuerdo al sistema internacional de medida (SI).

Esta prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la aprobación de SIMSAC.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

M23-178-7

### 4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó con método de comparación directa según el PC-011 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase I y II", Cuarta edición, Abril 2010, Indecopi.

### 5. TRAZABILIDAD DE LA CALIBRACIÓN

INSTRUMENTO	CERTIFICADO	IDENTIFICACIÓN
Juego de Pesas 1 mg a 2 kg	LM-C-136-2022	JPE2-01

### 6. OBSERVACIONES

Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO en la balanza.  
Según la NMP 003-2009 la capacidad mínima para esta balanza es 5 g.  
De acuerdo a los registros del cliente, la temperatura del lugar de calibración varía entre 18 °C a 27 °C.  
Se realizó ajuste a la balanza con una carga de 3000 g obteniendo un valor de 2999,8 g  
El cliente realizó el ajuste de la balanza con las pesas de SIMSAC.  
Se ha considerado el valor  $1,0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  para el coeficiente de deriva de la indicación con respecto a la temperatura.

### 7. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre de medición", Primera edición, Setiembre 2008.



Col  
ON

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

M23-178-7

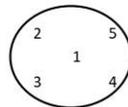
### 8. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	Tiene	ESCALA	No tiene
OSCILACIÓN LIBRE	Tiene	CURSOR	No tiene
PLATAFORMA	Tiene	NIVELACIÓN	Tiene
SISTEMA DE TRABA	No tiene		

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 = 1500 g			Carga L2 = 3000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL(g)	E (g)
1	1 500,0	0,05	0,00	3 000,0	0,05	0,00
2	1 500,0	0,05	0,00	3 000,0	0,05	0,00
3	1 500,0	0,04	0,01	3 000,0	0,06	-0,01
4	1 500,0	0,05	0,00	3 000,0	0,05	0,00
5	1 500,0	0,05	0,00	3 000,0	0,06	-0,01
6	1 500,0	0,06	-0,01	3 000,0	0,05	0,00
7	1 500,0	0,05	0,00	3 000,0	0,06	-0,01
8	1 500,0	0,05	0,00	3 000,0	0,05	0,00
9	1 500,0	0,06	-0,01	3 000,0	0,05	0,00
10	1 500,0	0,05	0,00	3 000,0	0,04	0,01
Carga		Diferencia Máxima (g)		± e.m.p. (g)		
1500 g		0,02		0,2		
3000 g		0,02		0,3		

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,0	20,0
Humedad Relativa (%HR)	65,2	64,1

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E0				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	1,0	1,0	0,05	0,00	1 000,0	1 000,0	0,05	0,00	0,00	
2		1,0	0,06	-0,01		1 000,0	0,05	0,00	0,01	
3		1,0	0,05	0,00		1 000,0	0,05	0,00	0,00	
4		1,0	0,05	0,00		1 000,0	0,06	-0,01	-0,01	
5		1,0	0,05	0,00		1 000,0	0,05	0,00	0,00	
± e.m.p. (g)				0,1	± e.m.p. (g)					0,2

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

M23-178-7

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,0	20,0
Humedad Relativa (%HR)	65,2	64,1

Carga	L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± e.m.p. (g)
		I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
E <sub>0</sub>	1,00	1,0	0,05	0,00						
	5,00	5,0	0,05	0,00	0,00	5,0	0,06	-0,01	-0,01	0,1
	20,00	20,0	0,05	0,00	0,00	20,0	0,06	-0,01	-0,01	0,1
	100,00	100,0	0,06	-0,01	-0,01	100,0	0,05	0,00	0,00	0,1
	500,00	500,0	0,05	0,00	0,00	500,0	0,05	0,00	0,00	0,1
	600,00	600,0	0,06	-0,01	-0,01	600,0	0,05	0,00	0,00	0,2
	1 000,00	1 000,0	0,06	-0,01	-0,01	1 000,0	0,04	0,01	0,01	0,2
	1 500,00	1 500,0	0,05	0,00	0,00	1 500,0	0,05	0,00	0,00	0,2
	2 000,00	2 000,0	0,06	-0,01	-0,01	2 000,0	0,06	-0,01	-0,01	0,2
	2 500,00	2 500,0	0,05	0,00	0,00	2 500,0	0,05	0,00	0,00	0,3
	3 000,00	3 000,0	0,05	0,00	0,00	3 000,0	0,05	0,00	0,00	0,3

Lectura Corregida :  $R_{\text{corregida}} = (R + 2,91 \times 10^{-6} \times R) \text{ g}$

Incertidumbre de Medición :  $U = 2 \times (2,17 \times 10^{-9} \times R^2 + 1,74 \times 10^{-3})^{1/2} \text{ g}$   
Para cargas hasta 3000 g

L : Carga aplicada a la balanza. E : Error encontrado. U : Incertidumbre expandida de la lectura corregida.  
I : Indicación de la balanza. E0 : Error en cero.  
ΔL : Carga adicional. Ec : Error corregido. R : Lectura de la balanza posterior a la calibración expresada en (g).

Fin del Documento



**Sim**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Temperatura

T23-178-6

Fecha de Emisión: 2023-03-30

Orden de Servicio: 0178-00

Expediente: 0218

## 1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante : JBO INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Cal. Valladolid N° 149 Mayorazgo 2da Etapa Ate

## 2. EQUIPO : HORNO

Marca : FAEL

Modelo : ER-120LT

Número de Serie : 250320112

Identificación : JBO-102-HOR-01

Procedencia : NACIONAL

Ventilación : NATURAL

Temperatura de Trabajo : 130 °C ± 5 °C

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	De 30 °C a 200 °C	0,1 °C
Controlador	DIGITAL	De 30 °C a 200 °C	0,1 °C

## 3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2023-03-28

Ubicación : LABORATORIO DE SUELOS

Dirección : Cal. Valladolid N° 149 Mayorazgo 2da Etapa Ate

## 4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación según el PC-018 "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático" 2da edición, 2009.

Los resultados presentados en este certificado de calibración son válidos solamente para este instrumento en las condiciones que es realizada la calibración, Servicios Industriales y Metrológicos S.A.C. (SIMSAC) no se responsabiliza del uso inadecuado del instrumento.

SIMSAC no es responsable de la inadecuada interpretación de los resultados presentados en este certificado de calibración.

El presente certificado de calibración carece de validez sin las firmas digitales.

Los resultados presentados en este certificado de calibración son trazables a patrones nacionales o internacionales de acuerdo al sistema internacional de medida (SI).

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**Laboratorio de Temperatura**

**T23-178-6**

### 5. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales de INACAL - DM.

Patrones utilizados	Certificado
Termómetro digital con 10 termopares como sensores	LT-0523-2022

### 6. OBSERVACIONES

- Para fines de identificación se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO.
- La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de la medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . Generalmente, el valor de la magnitud de medición está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de  $\approx 95\%$ .
- Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del Instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

### 7. RESULTADOS

#### Condiciones de Calibración

Posición del Controlador : 130 °C  
 Posición de la Ventilación : NO INDICA  
 Presión de Vacío : NO APLICA  
 Carga : CARGA APROXIMADA AL 50 % DE CARGA



**Colo**  
**Peru**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Temperatura T23-178-6

Para la Temperatura de Trabajo de 130 °C ± 5 °C

Condiciones Ambientales  
 Temperatura : De 23,9 °C a 23,9 °C  
 Humedad : De 66,1 %hr a 67,2 %hr

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00:00	130,0	120,6	120,0	120,1	120,5	119,7	122,9	119,9	122,1	122,8	120,6	120,9	3,2
0:01:00	130,0	120,4	120,2	120,4	120,7	119,7	122,5	119,8	121,7	122,8	120,9	120,9	3,1
0:02:00	130,0	120,0	120,5	120,7	120,0	119,9	123,3	120,2	121,9	122,9	120,9	121,0	3,4
0:03:00	130,0	120,6	120,9	121,2	120,3	120,2	122,6	119,5	122,3	123,1	120,6	121,0	3,6
0:04:00	130,0	120,6	120,8	121,2	120,3	119,8	122,8	119,9	122,4	123,4	120,5	121,1	3,6
0:05:00	130,0	119,8	120,1	120,9	120,6	120,3	123,3	120,1	122,4	123,2	120,2	121,1	3,5
0:06:00	130,0	120,0	120,3	120,8	120,7	120,3	123,2	120,3	122,0	123,2	120,6	121,1	3,2
0:07:00	130,0	120,3	120,5	121,3	121,0	120,4	123,3	120,4	122,4	123,2	120,8	121,3	3,0
0:08:00	130,0	120,3	120,5	121,2	121,0	120,3	123,5	120,3	122,5	123,4	121,0	121,4	3,2
0:09:00	130,0	120,5	120,8	121,5	120,7	120,5	123,6	119,8	122,4	123,6	120,5	121,3	3,8
0:10:00	130,0	120,4	120,7	121,6	120,5	120,5	124,0	120,1	122,4	123,3	120,5	121,4	3,9
0:11:00	130,0	120,3	120,1	122,1	120,7	120,9	123,5	120,5	122,4	123,3	120,6	121,4	3,4
0:12:00	130,0	120,0	120,1	122,1	120,6	120,5	123,5	120,1	122,3	123,8	120,8	121,4	3,8
0:13:00	130,0	119,9	120,3	122,6	120,9	121,0	123,8	120,4	122,9	123,5	120,7	121,5	3,9
0:14:00	130,0	120,2	120,5	122,8	121,0	120,8	123,3	119,9	122,7	123,6	120,3	121,4	3,7
0:15:00	130,0	120,0	120,5	122,0	121,0	120,7	123,3	120,0	122,5	123,7	120,3	121,3	3,7
0:16:00	130,0	119,8	120,6	122,2	120,7	120,7	124,0	120,5	122,7	124,0	120,4	121,5	4,2
0:17:00	130,0	120,0	120,7	122,3	120,3	120,6	122,9	119,9	122,9	123,6	120,5	121,3	3,7
0:18:00	130,0	119,8	120,7	122,4	120,4	120,9	123,7	120,3	123,1	123,7	120,4	121,5	3,9
0:19:00	130,0	120,2	120,4	122,5	120,5	121,0	123,7	120,0	123,1	123,6	120,6	121,5	3,7
0:20:00	130,0	120,5	120,3	122,2	120,7	121,0	123,6	120,4	122,1	123,7	120,7	121,5	3,4
0:21:00	130,0	120,0	120,0	121,6	120,5	120,9	123,6	120,1	122,7	123,9	120,7	121,4	3,9
0:22:00	130,0	120,4	120,4	122,1	120,0	121,2	123,9	120,2	123,0	123,5	120,7	121,6	3,9
0:23:00	130,0	120,3	120,4	122,0	120,0	121,1	123,6	120,1	122,8	123,7	121,0	121,5	3,7
0:24:00	130,0	121,1	120,5	122,2	120,1	121,1	124,0	120,1	123,0	123,9	120,9	121,7	3,9
0:25:00	130,0	120,7	120,4	122,0	120,0	121,2	123,9	120,1	123,0	124,1	121,1	121,7	4,1
0:26:00	130,0	120,6	120,6	122,3	120,7	121,2	123,7	120,3	122,6	123,7	121,1	121,7	3,4
0:27:00	130,0	120,5	120,5	122,1	120,5	121,1	123,5	120,1	123,1	124,0	121,3	121,7	3,9
0:28:00	130,0	120,7	120,8	122,5	120,8	121,4	123,9	120,5	123,2	123,9	121,2	121,9	3,4
0:29:00	130,0	120,4	120,7	122,4	120,9	121,4	124,0	120,6	123,1	124,0	121,2	121,9	3,6
0:30:00	130,0	120,7	120,8	122,3	120,9	121,4	124,2	120,5	123,1	123,6	121,2	121,9	3,7
0:31:00	130,0	120,3	120,6	120,9	119,5	120,9	123,4	120,0	122,8	123,7	120,4	121,2	4,2
0:32:00	130,0	120,1	120,6	121,1	119,5	120,8	123,4	120,1	122,6	123,8	120,4	121,2	4,3
0:33:00	130,0	119,9	120,7	121,3	119,7	120,8	124,1	120,6	122,8	124,1	120,5	121,5	4,4
0:34:00	130,0	120,1	120,8	121,4	119,8	120,7	123,0	120,0	123,0	123,7	120,6	121,3	3,9
0:35:00	130,0	119,9	120,5	121,5	119,9	121,0	123,8	120,4	123,2	123,8	120,5	121,5	3,9
0:36:00	130,0	120,3	120,0	121,6	120,0	121,1	123,8	120,1	123,2	123,7	120,7	121,5	3,8
0:37:00	130,0	120,6	120,4	122,0	120,2	121,1	123,7	120,5	122,2	123,8	120,8	121,5	3,6
0:38:00	130,0	120,1	120,1	121,7	120,0	121,0	123,7	120,2	122,8	124,0	120,8	121,5	4,0
0:39:00	130,0	120,5	120,5	122,2	120,5	121,3	124,0	120,3	123,1	123,6	120,8	121,7	3,7
0:40:00	130,0	120,4	120,5	122,1	120,5	121,2	123,7	120,2	122,9	123,8	121,1	121,7	3,6
0:41:00	130,0	121,2	120,6	122,3	120,6	121,2	124,1	120,2	123,1	124,0	121,0	121,9	3,9
0:42:00	130,0	120,8	120,5	122,1	120,5	121,3	124,0	120,2	123,1	124,2	121,2	121,8	4,0
0:43:00	130,0	120,7	120,7	122,4	120,8	121,3	123,8	120,4	122,7	123,8	121,2	121,8	3,4
0:44:00	130,0	120,6	120,6	122,2	120,6	121,2	123,6	120,2	123,2	124,1	121,4	121,8	3,9
0:45:00	130,0	120,6	120,6	122,3	120,6	121,4	124,1	120,4	123,2	123,7	120,9	121,8	3,7
0:46:00	130,0	120,5	120,6	122,2	120,6	121,3	123,8	120,3	123,0	123,9	121,2	121,8	3,6
0:47:00	130,0	121,3	120,7	122,4	120,7	121,3	124,2	120,3	123,2	124,1	121,1	122,0	3,9
0:48:00	130,0	120,9	120,6	122,2	120,6	121,4	124,1	120,3	123,2	124,3	121,3	121,9	4,0
0:49:00	130,0	120,8	120,8	122,5	120,9	121,4	123,9	120,5	122,8	123,9	121,3	121,9	3,4
0:50:00	130,0	120,7	120,7	122,3	120,7	121,3	123,7	120,3	123,3	124,2	121,5	121,9	3,9
0:51:00	130,0	120,9	121,0	122,7	121,0	121,6	124,1	120,7	123,4	124,1	121,4	122,1	3,4

Continúa en la siguiente página

Para la Temperatura de Trabajo de 130 °C ± 5 °C

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:52:00	130,0	120,6	120,9	122,6	121,1	121,6	124,2	120,8	123,3	124,2	121,4	122,1	3,6
0:53:00	130,0	120,9	121,0	122,5	121,1	121,6	124,4	120,7	123,3	123,8	121,4	122,1	3,7
0:54:00	130,0	120,3	120,6	121,3	120,6	121,3	123,6	120,3	123,2	124,0	121,4	121,4	4,2
0:55:00	130,0	120,3	120,6	121,3	120,6	121,3	123,6	120,3	123,2	124,0	121,4	121,4	4,3

Versión 03  
Marzo 2023

ventas@simsacperu.com / www.simsacperu.com



Simsacperu

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

## Laboratorio de Temperatura

T23-178-6

0:56:00	130,0	120,1	119,9	121,5	119,9	121,0	124,3	120,8	123,0	124,3	120,7	121,6	4,4
0:57:00	130,0	120,3	120,0	121,6	120,0	120,9	123,2	120,2	123,2	123,9	120,8	121,4	3,9
0:58:00	130,0	120,1	120,0	121,7	120,1	121,2	124,0	120,6	123,4	124,0	120,7	121,6	4,0
0:59:00	130,0	120,5	120,2	121,8	120,2	121,3	124,0	120,3	123,4	123,9	120,9	121,7	3,8
1:00:00	130,0	120,0	120,5	122,0	121,0	120,7	123,3	120,0	122,5	123,7	120,3	121,4	3,7
T.PROM	130,0	120,4	120,5	121,8	120,4	120,9	123,7	120,2	122,8	123,7	120,8	121,5	
T.MAX	130,0	121,3	121,0	122,8	121,1	121,6	124,4	120,8	123,4	124,3	121,5		
T.MIN	130,0	119,8	119,9	120,1	119,5	119,7	122,5	119,5	121,7	122,8	120,2		
DTT	0,0	1,5	1,1	2,7	1,6	1,9	1,9	1,3	1,7	1,5	1,3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	124,4	0,46
Temperatura Mínima Medida	119,5	0,75
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2,7	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,5	0,7
Estabilidad Medida ( $\pm$ )	1,4	0,04
Uniformidad Medida	4,4	0,8

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

<b>t</b>	: Instante de tiempo en minutos.	<b>T.PROM</b>	: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.
<b>I</b>	: Indicación del termómetro del equipo.	<b>Tprom</b>	: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
<b>T.MÁX</b>	: Temperatura máxima.		
<b>T.MÍN</b>	: Temperatura mínima.		
<b>DTT</b>	: Desviación de temperatura en el tiempo.		

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

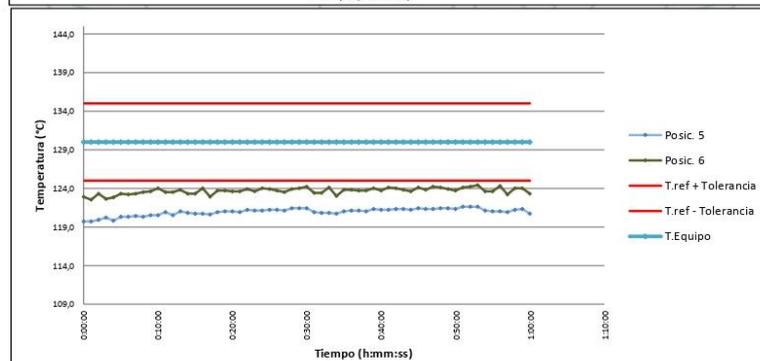
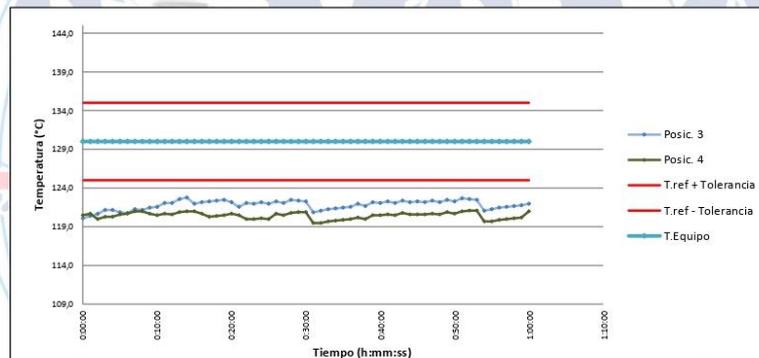
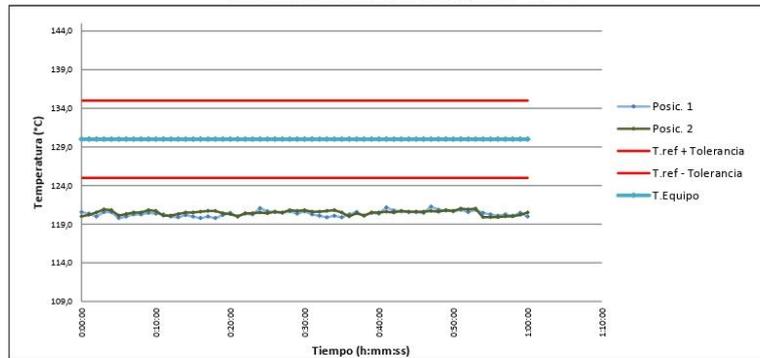
La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Temperatura

T23-178-6

Gráficas para la temperatura de trabajo  $130\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$





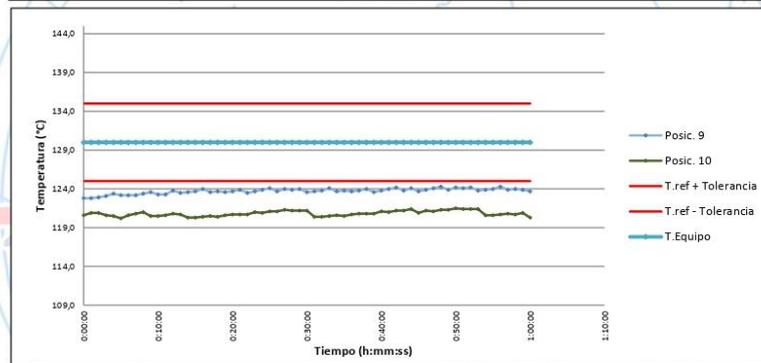
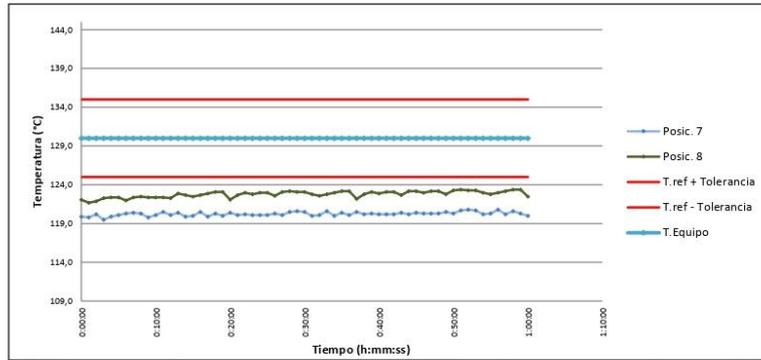
**SIMSACPERU**

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Temperatura

**T23-178-6**

Gráficas para la temperatura de trabajo  $130\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

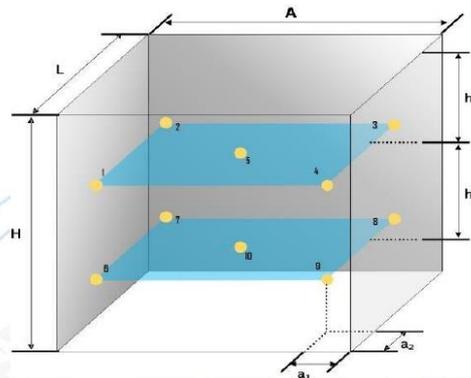


## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Temperatura

T23-178-6

Distribución de los sensores dentro del medio isoterma



H =	60,0 cm	$h_1 =$	7,0 cm	$a_1 =$	7,0 cm
L =	40,0 cm	$h_2 =$	7,0 cm	$a_2 =$	7,0 cm
A =	50,0 cm				

Imagen del medio isoterma



## DECLARACION DE LA CONFORMIDAD

## Primer punto de calibración:

*El medio isoterma no cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.*

Fin del Documento

Versión 03  
Marzo 2023

Dirección: Jr. Santa María N° 339, Urb. Palao, San Martín de Porres, Lima

☎ 969 154 345 / 991 367 244 / 953 529 845 / 991 172 177

✉ ventas@simsacperu.com / www.simsacperu.com



6010  
6010

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 20503 - 2023

PROFORMA : 25405A

Fecha de emisión: 23 - 10 - 19

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : JBO SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA

Dirección : Mza. L1 Lote. 14 VII. San Carlos Moquegua - Mariscal Nieto - Moquegua.

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : OLLA WASHINGTON  
Marca : FORNEY  
Modelo : LA-316-23  
N° de Serie : 560  
Intervalo de Indicación : 0 % aire a 100 % aire  
División de Escala : 0,1 % aire  
Tipo de Indicador : Analógico  
Procedencia : U.S.A.  
Identificación : MAC-1  
Ubicación : Laboratorio  
Fecha de Calibración : 23 - 10 - 19

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

## LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA

## MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación indirecta utilizando el procedimiento PIC-024 "Procedimiento interno para la Calibración de Medidores de Aire", Tomando como referencia la norma ASTM C - 231.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

## CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	6,4 °C	6,7 °C
Humedad Relativa	43,8 %	43,9 %

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado : TC - 20503 - 2023  
Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Pesas Clase F1 DM - INACAL	Balanza Ohaus 22 000 g Clase II	LMP-0033-2023
BALANZA DE PRESION CLASE 0,005	MANOMETRO 5 BAR	LFP-143-2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN MANOMETRO

Indicación del Equipo ( psi )	Valor Referencial ( psi )	Error ( psi )	Incertidumbre ( psi )
5,0	5,2	-0,2	0,2
10,0	10,1	-0,1	0,2
15,0	15,1	-0,1	0,2

RESULTADOS DE MEDICIÓN EN MEDIDOR DE AIRE CONFINADO

Indicación del Equipo ( % )	Valor Referencial ( % )	Error ( % )	Incertidumbre ( % )
5,0	5,1	-0,1	0,1
10,0	10,1	-0,1	0,1
15,0	15,0	0,0	0,1

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
Se definió el 0 = 4%

DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA U

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC - 13826 - 2023**

PROFORMA : 22248A

Fecha de emisión : 2023 - 07 - 14

Página : 1 de 3

**SOLICITANTE : JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

Dirección : Cal. Valladolid Nro. 149 Mayorazgo 2Da Etapa Lima-Lima-Ate

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**

Marca : FORNEY

Modelo : NO INDICA

N° de serie : 3\*BS8F6332224

N° de tamiz : 3"

Tamaño de abertura : 75 mm

Identificación : NO INDICA

Procedencia : NO INDICA

Ubicación : SALA DE SUELO

Fecha de Calibración : 2023-07-13

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	22,5 °C	22,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	64,7%	65,7%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar

Gerente Técnico

CFP : 0316



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-21586-2022

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (mm)
Horizontal	75,00	75,27	0,27	0,01	2
Vertical		75,28	0,28	0,01	2

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	77,78	75,28	--	0,01
Vertical		75,28		0,01

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	6,300	5,626	-0,674	0,014
Vertical		5,624	-0,676	0,014

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	7,200	5,630	5,400	5,620
Vertical		5,630		5,620

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

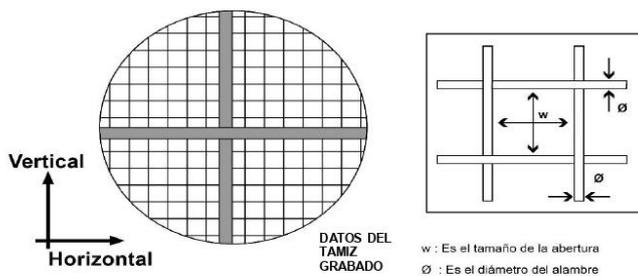
La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



Certificado : TC - 13826 - 2023

Página : 3 de 3

GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO



Av. Simón Bolívar 1631 Pueblo Libre - Lima

990089889

informes@testcontrol.com.pe

Empresa con **responsabilidad social**, acercando la ciencia a los que comparten nuestra **pasión por la metrología**.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC - 13827 - 2023**

PROFORMA : 22248A

Fecha de emisión : 2023 - 07 - 14

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Dirección : Cal. Valladolid Nro. 149 Mayorazgo 2Da Etapa Lima-Lima-Ate

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**

Marca : STANDARD TEST SIEVE  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 10518621  
N° de tamiz : 2"  
Tamaño de abertura : 50 mm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : SALA DE SUELO  
Fecha de Calibración : 2023-07-13

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	22,9 °C	22,7 °C
HUMEDAD RELATIVA	65,7%	65,7%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar

Gerente Técnico

CFP : 0316



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-21586-2022

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (mm)
Horizontal	50,00	50,51	0,51	0,01	1,34
Vertical		50,52	0,52	0,01	1,34

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	52,06	50,51	--	0,00
Vertical		50,53		0,01

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	5,000	4,900	-0,100	0,014
Vertical		4,906	-0,094	0,014

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	5,800	4,910	4,300	4,880
Vertical		4,910		4,890

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

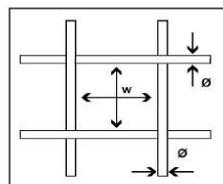
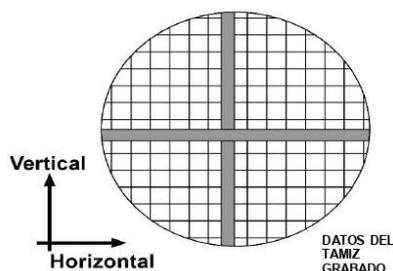
La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



Certificado : TC - 13827 - 2023

Página : 3 de 3

GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



w : Es el tamaño de la abertura  
ø : Es el diámetro del alambre

FIN DEL DOCUMENTO



Av. Simón Bolívar 1631 Pueblo Libre - Lima

990089889

informes@testcontrol.com.pe

Empresa con **responsabilidad social**, acercando la ciencia a los que comparten nuestra **pasión por la metrología**.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC - 13828 - 2023**

PROFORMA : 22248A

Fecha de emisión : 2023 - 07 - 14

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Dirección : Cal. Valladolid Nro. 149 Mayorazgo 2Da Etapa Lima-Lima-Ate

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**

Marca : STANDARD TEST SIEVE

Modelo : NO INDICA

N° de serie : 11214537

N° de tamiz : 1"

Tamaño de abertura : 25 mm

Identificación : NO INDICA

Procedencia : NO INDICA

Ubicación : SALA DE SUELO

Fecha de Calibración : 2023-07-13

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	22,7 °C	22,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	65,7%	64,7%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar

Gerente Técnico

CFP : 0316



Certificado : TC - 13828 - 2023

Página : 2 de 3

**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-21586-2022

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (mm)
Horizontal	25,00	25,04	0,04	0,01	0,682
Vertical		25,05	0,05	0,01	0,682

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	26,24	25,04	--	0,00
Vertical		25,06		0,01

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	3,550	3,714	0,164	0,014
Vertical		3,710	0,160	0,014

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	4,100	3,720	3,000	3,710
Vertical		3,720		3,700

**OBSERVACIONES**

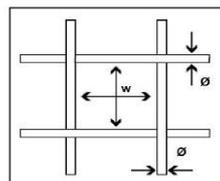
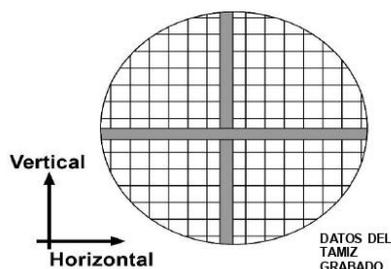
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



w : Es el tamaño de la abertura  
Ø : Es el diámetro del alambre

FIN DEL DOCUMENTO



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC - 13829 - 2023**

PROFORMA : 22248A

Fecha de emisión : 2023 - 07 - 14

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Dirección : Cal. Valladolid Nro. 149 Mayorazgo 2Da Etapa Lima-Lima-Ate

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : TAMIZ

Marca : STANDARD TEST SIEVE

Modelo : NO INDICA

N° de serie : 10236674

N° de tamiz : 3/8"

Tamaño de abertura : 9,5 mm

Identificación : NO INDICA

Procedencia : NO INDICA

Ubicación : SALA DE SUELO

Fecha de Calibración : 2023-07-13

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23 °C	22,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	64,7%	66,7%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar

Gerente Técnico

CFP : 0316



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-21586-2022

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (mm)
Horizontal	9,50	9,51	0,01	0,01	0,265
Vertical		9,49	-0,01	0,01	0,265

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	10,11	9,51	0,211	0,00
Vertical		9,50		0,00

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	2,240	2,276	0,036	0,014
Vertical		2,296	0,056	0,014

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	2,600	2,290	1,900	2,260
Vertical		2,300		2,290

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

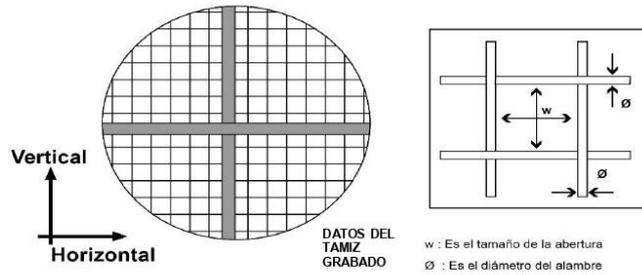
La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



Certificado : TC - 13829 - 2023

Página : 3 de 3

GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC - 13829 - 2023**

PROFORMA : 22248A

Fecha de emisión : 2023 - 07 - 14

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Dirección : Cal. Valladolid Nro. 149 Mayorazgo 2Da Etapa Lima-Lima-Ate

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**

Marca : STANDARD TEST SIEVE  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 11215185  
N° de tamiz : No. 4  
Tamaño de abertura : 4,75 mm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : SALA DE SUELO  
Fecha de Calibración : 2023-07-13

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21,7 °C	21,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	66,7%	66,7%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
**Gerente Técnico**  
**CFP : 0316**



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-21586-2022

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (mm)
Horizontal	4,75	4,76	0,01	0,01	0,135
Vertical		4,77	0,02	0,01	0,135

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	5,12	4,77	0,118	0,01
Vertical		4,78		0,01

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	1,600	1,602	0,002	0,014
Vertical		1,606	0,006	0,014

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	1,900	1,620	1,300	1,590
Vertical		1,620		1,600

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

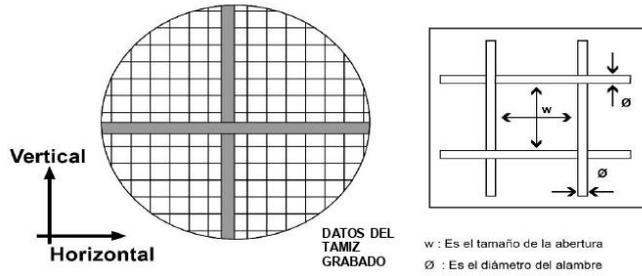
La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



Certificado : TC - 13829 - 2023

Página : 3 de 3

GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC - 13835 - 2023**

PROFORMA : 22248A

Fecha de emisión : 2023 - 07 - 14

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Dirección : Cal. Valladolid Nro. 149 Mayorazgo 2Da Etapa Lima-Lima-Ate

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**

Marca : STANDARD TEST SIEVE  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 11235307  
N° de tamiz : No. 10  
Tamaño de abertura : 2 mm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : SALA DE SUELO  
Fecha de Calibración : 2023-07-13

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21,7 °C	21,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	66,7%	65,7%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP : 0316



Certificado : TC - 13835 - 2023

Página : 2 de 3

**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-21586-2022

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (mm)
Horizontal	2,00	2,04	0,04	0,01	0,059
Vertical		2,03	0,03	0,01	0,059

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (mm)	Abertura Máxima Encontrada (mm)	Desviación Estandar Nominal (mm)	Desviación Estandar Encontrada (mm)
Horizontal	2,20	2,04	0,064	0,00
Vertical		2,03		0,01

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	0,900	0,857	-0,043	0,014
Vertical		0,859	-0,041	0,014

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	1,040	0,858	0,770	0,856
Vertical		0,859		0,858

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

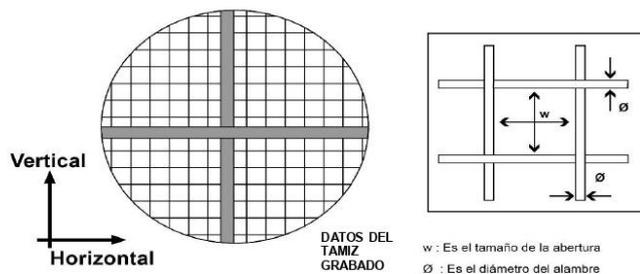
La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



Certificado : TC - 13835 - 2023

Página : 3 de 3

**GRAFICOS DE LAS MEDICIONES**



FIN DEL DOCUMENTO



Av. Simón Bolívar 1631 Pueblo Libre - Lima

990089889

informes@testcontrol.com.pe

Empresa con **responsabilidad social**, acercando la ciencia a los que comparten nuestra **pasión por la metrología**.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC - 13836 - 2023

PROFORMA : 22248A

Fecha de emisión : 2023 - 07 - 14

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Dirección : Cal. Valladolid Nro. 149 Mayorazgo 2Da Etapa Lima-Lima-Ate

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

Marca : STANDARD TEST SIEVE

Modelo : NO INDICA

N° de serie : 11224841

N° de tamiz : No. 40

Tamaño de abertura : 425 µm

Identificación : NO INDICA

Procedencia : NO INDICA

Ubicación : SALA DE SUELO

Fecha de Calibración : 2023-07-13

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	22,1 °C	21,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	64,7%	65,7%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar

Gerente Técnico

CFP : 0316



**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia DM-INACAL	Reticula de Medición 0 mm a 10 mm Incertidumbre de 1,4 µm	LLA - 210 - 2023

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (µm)	Promedio (µm)	Error (µm)	Incertidumbre (µm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (µm)
Horizontal	425,0	433,4	8,4	14,7	14
Vertical		432,8	7,8	14,7	14

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (µm)	Abertura Máxima Encontrada (µm)	Desviación Estandar Nominal (µm)	Desviación Estandar Encontrada (µm)
Horizontal	498,0	437,0	22,43	4,5
Vertical		438,0		4,1

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	0,280	0,277	-0,003	0,015
Vertical		0,276	-0,004	0,015

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	0,320	0,278	0,240	0,276
Vertical		0,279		0,274

**OBSERVACIONES**

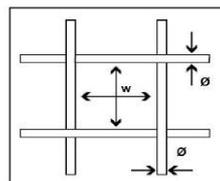
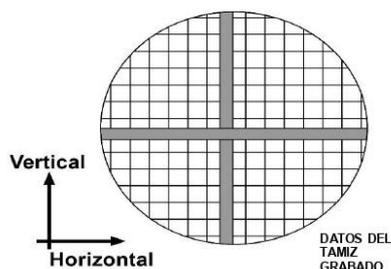
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



w : Es el tamaño de la abertura  
Ø : Es el diámetro del alambre

FIN DEL DOCUMENTO



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC - 13837 - 2023**

PROFORMA : 22248A

Fecha de emisión : 2023 - 07 - 14

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Dirección : Cal. Valladolid Nro. 149 Mayorazgo 2Da Etapa Lima-Lima-Ate

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ**

Marca : UTEST  
Modelo : NO INDICA  
N° de serie : 222718523  
N° de tamiz : No. 200  
Tamaño de abertura : 75 µm  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Ubicación : SALA DE SUELO  
Fecha de Calibración : 2023-07-13

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades, tomando como referencia la norma ASTM E11.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21,6 °C	21,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	65,7%	64,7%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar

Gerente Técnico

CFP : 0316



Certificado : TC - 13837 - 2023

Página : 2 de 3

**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia DM-INACAL	Retícula de Medición 0 mm a 1 mm Incertidumbre de 0,7 µm	LLA - 207 - 2023

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**MEDICIONES PARA LA ABERTURA**

	Valor Nominal (µm)	Promedio (µm)	Error (µm)	Incertidumbre (µm)	E.M.P. <sup>(*)</sup> (µm)
Horizontal	75,0	76,9	1,9	8,0	3,7
Vertical		77,0	2,0	8,0	3,7

(\*) Error máximo permitido según norma ASTM E11

	Abertura Máxima Nominal (µm)	Abertura Máxima Encontrada (µm)	Desviación Estandar Nominal (µm)	Desviación Estandar Encontrada (µm)
Horizontal	101,0	79,0	8,04	1,3
Vertical		78,0		0,9

**MEDICIONES PARA EL DIAMETRO**

	Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Horizontal	0,050	0,046	-0,004	0,008
Vertical		0,047	-0,003	0,008

	Diametro Máximo Nominal (mm)	Diametro Máximo Encontrado (mm)	Diametro Mínimo Nominal (mm)	Diametro Mínimo Encontrado (mm)
Horizontal	0,058	0,049	0,043	0,044
Vertical		0,048		0,045

**OBSERVACIONES**

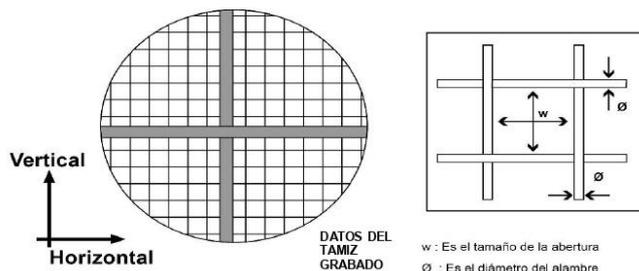
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.



GRAFICOS DE LAS MEDICIONES



FIN DEL DOCUMENTO



## Certificado de Calibración

### TC - 20502 - 2023

Proforma : 25404A Fecha de emisión: 2023-10-19 Página : 1 de 2

Solicitante : **JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**  
Dirección : Cal. Valladolid Nro. 149 Mayorazgo 2Da Etapa Lima-Lima-Ate

Instrumento de medición : **PRENSA DE CONCRETO**  
Marca : ELE INTERNATIONAL  
Modelo : 36-0650/06  
N° de Serie : No Indica  
Alcance de indicación : 100000 kg  
Resolución : 1 kg  
Procedencia : No Indica  
Identificación : JBO-101-PCO-01  
Ubicación : Sala De Concreto  
Fecha de Calibración : 2023-10-19

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de JBO INGENIEROS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

**Método de calibración**  
La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018 (Maquinas de ensayo de tracción/ Compresión). Calibración y Verificación del sistema de medida de fuerza.

#### Condiciones de calibración

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,8 °C	20,7 °C
Humedad Relativa	72,2 %HR	74,2 %HR

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado : TC - 20502 - 2023

Página : 2 de 2

**Trazabilidad**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de AEP TRANSDUCERS	Celda de carga de capacidad 3 MN Modelo CLFlex Indicador digital modelo MP6plus	LAT 093 9623F
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-049-2023 Abril 2023

**Resultados de calibración**

RESULTADOS			
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN	INDICACIÓN DEL PATRÓN	ERROR	INCERTIDUMBRE
kg	kg	kg	kg
30 200	30 696,5	-496,5	0,61
42 629	43 209,5	-580,5	0,68
50 381	51 011,3	-630,3	0,85
60 475	61 185,0	-710,0	0,95
70 615	71 375,0	-760,0	1,10
82 050	82 860,1	-810,1	1,30
90 910	91 825,4	-915,4	1,60
100 993	101 973,6	-980,6	1,80

**Observaciones**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**Incertidumbre expandida U**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



## Anexo 10. Boleta de ensayo de laboratorio



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

### Recibo

Lima 02 de noviembre del 2023

Nosotros JBO INGENIEROS S.A.C, con ruc 20508317019, recibimos de los Sres.: Oscar Joel Olivera Cahuana con DNI 72379725 y Cristian Antógenes Salinas Morales con DNI 75870719 , S/. 2,700.00 el día 16 de agosto como pago inicial de los ensayos realizados en nuestras instalaciones; y el monto de 2,723.00 el día de hoy 02 de noviembre, considerándose este último pago como cancelación de los servicios que se les ha brindado en la ejecución de ensayos de laboratorio relacionados a la cotización 251 - 2023 y al expediente 188-2023





## FICHA TÉCNICA CAL PULVERIZADA

**NOMBRE COMERCIAL:** Cal Viva

**MARCA:** OXID

**FORMULA QUÍMICA:** CaO

**NOMBRE QUÍMICO:** Óxido de Calcio



### ❖ CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

CaO Disponible/Útil	>=80%	% ASTM C-25
CaO Total	>=87%	% ASTM C-25
MgO	0.5% - 0.8%	% ASTM C-25
Pérdidas por calcinación	<2.5	% LECO CS744
SiO <sub>2</sub>	2.5% - 3.5%	% XRF
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.3	% XRF
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<=0.8	% XRF
Carbón	<0.5%	% LECO CS744

### ❖ CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Reactividad ( $\Delta^{\circ}T$ ) en 30 segundos	> = 14	$^{\circ}C$ ASTM C110
Reactividad ( $\Delta^{\circ}T$ ) en 3 minutos	> = 40	$^{\circ}C$ ASTM C110
Humedad	< = 0.1	%

+51 993084671

ventascalidraperu@calidra.com.mx

www.calidraperu.com.pe



❖ **GRANULOMETRÍA (cal viva pulverizado)**

<b>Malla</b>	<b>%Retenido</b>
#100	3.00
#200	12.00
<#200	85.00

❖ **PRESENTACIÓN**

Big Bag 1.0 Tn y 1.5 Tn  
Saquillo de 25 kg  
Granel Bombona



## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

# SikaCem® Plastificante

Aditivo plastificante y reductor de agua para morteros y hormigones

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaCem® Plastificante es un aditivo líquido para elaborar morteros y hormigones fluidos. Reduce agua del concreto incrementando la resistencia; NO CONTIENE CLORUROS, de modo que no corroe los metales.

### USOS

SikaCem® Plastificante es recomendable para:

- Estructuras en general canales, diques, estructuras de fundación, columnas, vigas, tanques elementos prefabricados, losas, etc.)
- Cualquier tipo de estructura, cuando se desee aumentar las resistencias mecánicas o dar mayor fluidez al hormigón.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

#### En el hormigón fresco:

- Mejora la trabajabilidad del hormigón (plastifica), facilitando su colocación y compactación.
- Permite una reducción en la cantidad de agua de amasado en un 15% aproximadamente, lo que se manifiesta en un aumento de las resistencias mecánicas del hormigón endurecido.
- Aumento de la cohesión interna en el hormigón fresco, tendiendo a evitar la segregación de los áridos.
- Disminuye la exudación.

#### En el hormigón endurecido:

- Posibilita un incremento de las resistencias mecánicas a la compresión del orden de más del 15%.
- Reduce la contracción.
- Aumenta la adherencia al acero.

### CERTIFICADOS / NORMAS

SikaCem® Plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo A y Tipo D

### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos.
Empaques	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Envase PET x 4 L</li><li>▪ Balde x 20 L</li></ul>
Apariencia / Color	Líquido marrón oscuro
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	En sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados, en lugares frescos y secos, a temperaturas entre + 5°C y + 30°C. Protegido del congelamiento, del calor excesivo y de la radiación solar directa.
Densidad	1.20 +/- 0.02

### INFORMACIÓN TÉCNICA

Guía de Vaciado de Concreto Mezclar los materiales componentes del hormigón o mortero con parte del

Hoja De Datos Del Producto  
SikaCem® Plastificante  
Junio 2021, Versión 01.02  
021302011000000829

agua de mezclado, incorpore el contenido del DoyPack de SikaCem® Plastificante al pastón y complete con la menor cantidad de agua hasta lograr la fluidez requerida.

Para asegurar la homogeneidad del hormigón o mortero, se recomienda mezclar durante 3 minutos adicionales luego de incorporar todos los materiales componentes a la mezcladora.

Para mejorar el desempeño de morteros y hormigones se recomienda mantener la dosificación y proporción de los materiales componentes, Utilizar la menor cantidad de agua de mezclado hasta alcanzar la fluidez necesaria para la obra.

Cuidar que se cumplan las correctas condiciones de elaboración, colocación, compactación y curado.

La sobre-dosificación de SikaCem® Plastificante puede causar retardo de fragüe.

El desempeño de los aditivos pueden variar si se modifican los materiales componentes o sus cantidades.

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

### Dosificación Recomendada

- Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
- Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## LIMITACIONES

Temperatura Ambiente +5°C mín. / +30°C máx.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

## NOTAS LEGALES

Sika Perú  
Habilitación Industrial  
El Lúcumo Mz. "B" Lote 6  
Lurín, Lima  
Tel. (511) 618-6060

Hoja De Datos Del Producto  
SikaCem® Plastificante  
Junio 2021, Versión 01.02  
021302011000000829

SikaCemPlastificante-es-PE-(06-2021)-1-2.pdf



# Cemento APU



## FICHA TÉCNICA CEMENTO APU

### DESCRIPCIÓN:

Tipo GU, Cemento hidráulico de uso general.

### BENEFICIOS:

- > Óptimos resultados en desarrollo de resistencias.
- > Buena trabajabilidad y acabado.
- > Permite menor tiempo de desencofrado.
- > Ofrece un buen acabado en el tarrajeo.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- > Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.082 y la Norma Técnica Americana ASTM C-1157.

### APLICACIONES:

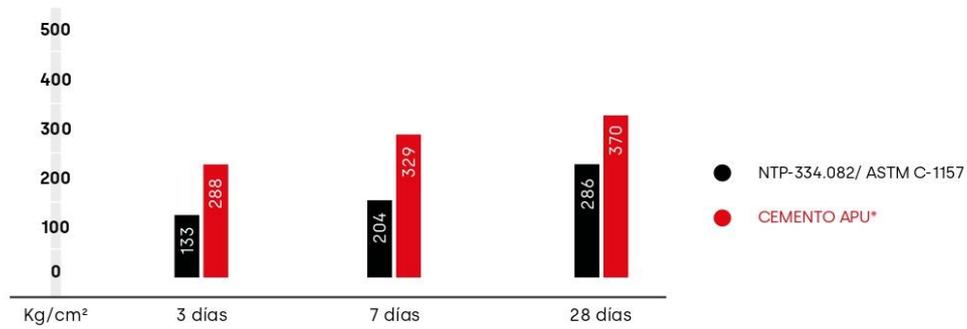
- > Para todo tipo de obras que no tengan requerimientos especiales de algún tipo de cemento.
- > Muros de contención, suelos de cemento.
- > Elaboración de concreto simple y armado.

### FORMATO DE DISTRIBUCIÓN:

- > Bolsas de 42.5 kg: 03 pliegos (02 de papel + 01 film plástico).
- > Granel: A despacharse en camiones bombonas y *big bags*.

### REQUISITOS MECÁNICOS:

COMPARACIÓN RESISTENCIAS NTP-334.082 / ASTM C-1157 VS. CEMENTO APU



\* Valores referenciales

## PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO APU	REQUISITOS NTP-334.082 / ASTM C-1157
Contenido de aire	%	4	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.06	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	371	No específica
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	3.05	No específica
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	288	Mínimo 133
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	329	Mínimo 204
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	370	Mínimo 285
<b>TIEMPO DE FRAGUADO</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	128	45 a 420
<b>BARRAS CURADAS EN AGUA</b>			
Expansión a 14 días	%	0.011	Máximo 0.020

## RECOMENDACIONES GENERALES

### RECOMENDACIONES DE USO:

- > Utilizar agua, arena y piedra libre de impurezas.
- > Respetar la relación agua-cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- > Para desarrollar la resistencia a la compresión del concreto y evitar grietas, se necesita curar por lo menos durante 7 días.

### MANIPULACIÓN:

- > Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- > Usar la vestimenta y epp adecuados: casco, protectores para los ojos, guantes y botas.
- > El contacto con la humedad o con el polvo de cemento sin protección puede causar irritación o daño en la piel.

### ALMACENAMIENTO:

- > Las bolsas con cemento deben ser almacenadas en recintos secos, protegidos de la intemperie, lluvia y humedad.
- > Las bolsas deben ser colocadas sobre parihuelas de madera seca, en áreas niveladas y estables. Posteriormente cubrirlas con mantas de plástico.
- > Apilar como máximo 10 bolsas de cemento y evitar tiempos prolongados de almacenamiento.